

LAPORAN KHUSUS

**PENILAIAN RISIKO KEBISINGAN BERDASARKAN
ANALISA *NOISE MAPPING* DAN *NOISE DOSE*
DI UNIT PRODUKSI *HOT STRIP MILL*
P.T. KRAKATAU STEEL
CILEGON-BANTEN**



Oleh:

**Tri Astuti Jatiningrum
NIM. R0007088**

**PROGRAM DIPLOMA III HIPERKES DAN KESELAMATAN KERJA
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2010**

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Khusus dengan judul :

Penilaian Risiko Kebisingan Berdasarkan Analisa *Noise Mapping* dan *Noise Dose* di Unit Produksi *Hot Strip Mill* PT. Krakatau Steel Cilegon-Banten

dengan peneliti :

Tri Astuti Jatinigrum
NIM. R0007088

telah diuji dan disahkan pada:

_____ , _____

Pembimbing I

Pembimbing II

dr. Putu Suriyasa, MS, PKK, Sp.Ok
NIP. 19481105 198111 1 001

dr. Hardjanto, MS, Sp. Ok

Program D.III Hiperkes dan Keselamatan Kerja
Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret
Ketua Program,

dr. Putu Suriyasa, MS, PKK, Sp.Ok
NIP. 19481105 198111 1 001

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Segala puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat dan karunia-Nya serta kemudahan dan kelancaran sehingga penulis dapat menyelesaikan kegiatan PKL (Praktek Kerja Lapangan) serta dapat menyelesaikan laporan penelitian dengan judul **“Penilaian Risiko Kebisingan Berdasarkan Analisa Noise Mapping dan Noise Dose di Unit Hot Strip Mill P.T. Krakatau Steel Cilegon”**.

Penulisan laporan ini disusun sebagai salah satu persyaratan kelulusan studi di Program D.III Hiperkes dan Keselamatan Kerja Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret Surakarta. Di samping itu praktek kerja lapangan ini dilaksanakan untuk menambah wawasan guna mengenal, mengetahui dan memahami mekanisme serta problematika yang ada mengenai penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja serta Lingkungan Hidup di perusahaan.

Keberhasilan seseorang tidak terlepas dari budi baik dan bimbingan orang lain. Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam memberikan bimbingan dan dukungan, baik secara material maupun spiritual kepada penulis. Ucapan terima kasih dan penghargaan penulis sampaikan kepada :

1. Bapak Prof. Dr. H. A.A. Subijanto, dr., M.S., selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret Surakarta.

2. Bapak Putu Suriyasa, dr., MS, P.K.K, Sp.Ok., selaku Ketua Program DIII Hiperkes dan Keselamatan Kerja, Fakultas Kedokteran, Universitas Sebelas Maret, dan selaku pembimbing I.
3. Bapak Hardjanto, dr., MS, Sp.Ok., selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan laporan ini.
4. Bapak ZAIDIN, selaku Manajer Divisi K3LH PT. Krakatau Steel yang telah memberikan ijin untuk pelaksanaan praktek kerja lapangan.
5. Bapak Awang Yudha Irianto, selaku Superintendent Dinas Hiperkes PT. Krakatau Steel sekaligus pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan laporan ini.
6. Bapak Nurkadi, Bapak Yohanes Supriyono, Bapak Syarbini, Bapak Didi Kurnadi dan Bapak Freddy Cahyo selaku pembimbing lapangan yang telah memberikan bantuan selama pelaksanaan PKL dan dalam penyusunan laporan ini.
7. Bapak Kornellis, selaku Koordinator PKL Divisi K3LH PT. Krakatau Steel.
8. Bapak Bachrudin, Bapak Bowo, Bapak Hartono, Bapak Nugroho, beserta karyawan Divisi K3LH yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah memberi semangat selama pelaksanaan PKL.
9. Ayah dan bunda tercinta yang telah mendidik dan senantiasa membimbing serta memanjatkan doa-doa yang tulus bagi penulis serta kakak-kakakku yang selalu memberikan semangat
10. Teman-teman angkatan 2007 Program D.III Hiperkes dan Keselamatan Kerja Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret Surakarta, yang masih

berjuang untuk mencapai kelulusan semoga tetap semangat dan jangan putus asa.

11. Sahabat-sahabatku tersayang Chisilia, Iddy, Wiwik, Dian, Nita, Eki serta Dwi yang selalu memberikan motivasi walaupun jarak memisahkan kita.
12. Untuk kakak-kakak alumni Program Diploma III Hyperkes & KK : Mas Pred dan Mbak Nana, Mas Adhi Wibowo, Mas Ari atas segala dukungannya.
13. Terkhusus kepada "*Pak Guru*" : Mas Fajar Tidar Sanjaya serta keluarga atas semua cinta, perhatian, dan motivasinya terhadap penulis.
14. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan laporan penelitian ini yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa penulisan laporan ini masih sangat jauh dari sempurna karena " tak ada gading yang tak retak". Penulis mengharapkan saran dan kritik dari pembaca sehingga dapat dijadikan masukan di waktu mendatang.

Akhir kata penulis berharap semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua, khususnya mahasiswa Program D.III Hiperkes dan Keselamatan Kerja untuk menambah wawasan yang berkaitan dengan keselamatan dan kesehatan kerja serta lingkungan hidup di perusahaan.

Surakarta, Juni 2010

Penulis

Tri Astuti Jatiningrum

ABSTRAK

Tri Astuti Jatiningrum, 2010. **PENILAIAN RISIKO KEBISINGAN BERDASARKAN NOISE MAPPING DAN NOISE DOSE DI UNIT PRODUKSI HOT STRIP MILL PT. KRAKATAU SLEEL CILEGON-BANTEN.** PROGRAM DIPLOMA III HIPERKES DAN KESELAMATAN KERJA, FAKULTAS KEDOKTERAN, UNIVERSITAS SEBELAS MARET SURAKARTA.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui sebaran, tingkat pemajanan, dan pengendalian kebisingan di Unit *Hot Strip Mill* PT. Krakatau Steel telah mencukupi untuk mengantisipasi risiko permasalahan yang ditimbulkan oleh kebisingan.

Kerangka pemikiran dari penelitian adalah bagaimana cara menentukan bahwa kebisingan itu menimbulkan masalah. Dengan cara mengetahui karakteristik kebisingan, pemetaan kebisingan dan dosis pemajanan yang dihitung dari hasil pengukuran.

Sejalan dengan masalah dan tujuan penelitian maka penelitian ini dilaksanakan dengan metode deskriptif. Populasi penelitian ini berjumlah 25 orang tenaga kerja di unit produksi dan diambil 15 orang sampel. Untuk mengetahui tingkat risiko masalah (risiko NIHL), dengan cara mengetahui SPL (*Sound Pressure Level*), TWA (*Time Weight Average*), % Noise Dose yang dihitung dari hasil pengukuran.

Hasil penelitian menunjukkan jenis kebisingan di area *Noise Countour* adalah kebisingan kontinyu dan intensitas kebisingan akan meningkat pada saat proses reduksi ketebalan *coil*, *water descaler* dan *laminar cooling*, Tingkat resiko gangguan pendengaran karyawan di *area furnace*, *Sizing Press*, *Roughing Mill* dan *Finishing Hot Strip Mill* relatif rendah karena Nilai *noise dose* masih dibawah 100% dan tingkat resiko kebisingan lingkungan katagori *medium*. Saran yang diberikan adalah supaya perusahaan mengembangkan pembuatan *Noise Countour* tahap 1 pada seluruh area *Hot Strip Mill*, yang digunakan untuk mengetahui seberapa besar tingkat risiko gangguan pendengaran terhadap seluruh karyawan dan tingkat risiko kebisingan lingkungan di *Hot Strip Mill*.

Kata Kunci : Kebisingan, *Noise Mapping* dan *Noise Dose*

Kepustakaan : 12, 1983-2009

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN PERUSAHAAN	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah.....	4
C. Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	5
BAB II LANDASAN TEORI	7
A. Tinjauan Pustaka	7
B. Kerangka Pemikiran	35
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	36
A. Jenis Penelitian	36
B. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	36
C. Populasi dan Sampel.....	37
D. Teknik Pengambilan Data.....	37
E. Jenis Data	38

F. Instrumen Penelitian	39
G. Jalannya Penulisan Laporan	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	44
A. Hasil	44
B. Pembahasan.....	68
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	78
A. Kesimpulan	78
B. Saran	79
DAFTAR PUSTAKA	81
LAMPIRAN	

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Era globalisasi menghadirkan berbagai perubahan dan sekaligus tantangan yang perlu antisipasi sejak dini. Berkembangnya wawasan tentang hak asasi manusia, demokrasi, persamaan gender dan lingkungan mewarnai proses globalisasi. Peranan Hiperkes dan Keselamatan Kerja sebagai suatu keilmuan maupun penerapannya yang bersifat multidisiplin semakin mengemuka terutama pada segi manusia sebagai sumber daya dan lingkungan sekitarnya. Proses di dalam industri jelas memerlukan kegiatan tenaga kerja sebagai unsur dominan yang mengelola bahan baku/material, mesin, peralatan dan proses lainnya yang dilakukan di tempat kerja. (A.M. Sugeng Budiono, dkk, 2003)

Lingkungan kerja yang kurang mendukung dapat menyebabkan seseorang mengalami stres dan penurunan kesehatan yang dapat berakibat pada berkurangnya konsentrasi dan produktifitas para pekerja.

Proses pengujian lingkungan kerja yang dilakukan oleh seorang ahli higiene perusahaan terutama ditujukan pada faktor fisika, seperti suhu/tekanan panas, kelembaban, pencahayaan, kebisingan, getaran, radiasi dan faktor kimia berupa gas, uap, larutan kimia, debu.

Faktor kimia, fisik, biologi, fisiologi dan mental psikologi di tempat kerja dapat mempengaruhi kesehatan para pekerja. Kebisingan merupakan salah satu jenis faktor fisik, kebisingan juga menempati urutan pertama dalam daftar penyakit akibat kerja di Amerika dan Eropa dengan proporsi 35 %. Di berbagai industri di Indonesia, angka kebisingan ini berkisar antara 30-50 %.

Kebisingan atau *noise* adalah bunyi yang tidak diinginkan dari usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan. (KepMenLH No.48 Tahun 1996)

Efek dari pemakaian mesin-mesin dan peralatan yang berkekuatan tinggi di industri adalah timbulnya kebisingan di tempat kerja. Kebisingan ini memapar pekerja dengan intensitas 85-90 dBA selama 8 jam terus menerus sekitar 3-10 tahun pada frekuensi sedang (1000-3000 Hz) dan frekuensi tinggi (4000-8000 Hz) tanpa memakai alat pelindung diri dan akan menyebabkan seseorang mengalami kerusakan organ pendengaran. Ketulian akibat bising pabrik atau yang lazim disebut trauma bising atau *noise induced hearing loss (NIHL)*, terjadi secara perlahan-lahan dan tidak dirasakan oleh para pekerja. Pada saat pekerja merasa adanya gangguan pendengaran umumnya sudah ada dalam keadaan permanen yang bersifat *irreversible*. Sedangkan efek lainnya dapat menyebabkan seseorang mengalami kehilangan pendengaran (perubahan ambang batas sementara akibat kebisingan dan perubahan ambang batas permanen akibat kebisingan), akibat fisiologis (rasa tidak nyaman atau stres meningkat, tekanan darah meningkat, sakit kepala dan mudah lelah), gangguan emosional (cepat

marah dan kebingungan), Gangguan gaya hidup (gangguan tidur atau istirahat dan hilangnya konsentrasi bekerja) dan gangguan pendengaran (berkurangnya kemampuan mendengarkan TV, radio, komunikasi, telpon dsb) yang semuanya ini akan berpengaruh terhadap produktifitas kerja. Kejadian trauma bising dapat dilacak dengan melakukan wawancara dan pemeriksaan secara audiometris. (Ballantyne, 1990, Sugeng, 1990, WHO, 1986, Cody, 1981, James, 1975)

PT. Krakatau Steel adalah satu-satunya industri baja terpadu di Indonesia, Dimana salah unitnya adalah *Hot Strip Mill* yaitu unit yang memiliki kegiatan pengerolan baja lembaran panas yang merupakan produk unggulan. Pada lokasi tertentu terdapat beberapa lokasi yang memiliki faktor bahaya, yaitu : debu, panas, kebisingan, vibrasi dan radiasi infra merah.

Berdasarkan survey awal di unit pengolahan baja lembaran panas terdapat beberapa tempat produksi yang tingkat kebisingannya telah melebihi nilai ambang batas yang diperkenankan. Tetapi untuk standar kebisingan di unit pengerolan baja lembaran panas tidak dapat secara langsung ditetapkan dalam masalah ini.

Oleh karena itu, perlu digunakan suatu metode untuk menentukan nilai ambang batas kebisingan yang tepat di pabrik pengerolan baja lembaran panas dengan menggunakan standart beberapa peraturan anatara lain :

1. Kepmenaker No 51 thn 1999 : Nilai Ambang Batas Kebisingan 8 jam kerja 85 dB (A).
2. SNI No16-7063-2004 : Nilai Ambang Batas iklim kerja (panas), kebisingan, getaran tangan-lengan dan radiasi sinar ultra ungu di tempat kerja.

3. OSHA : maksimum pemajanan kebisingan selama 8 jam rata rata perhari tidak melebihi batas yang diizinkan (PEL) 90 (dBA).
4. Rekomendasi NIOSH : Tahun 1998, NIOSH " Melakukan revisi standard untuk ekspose kebisingan yang semula 8 jam rata rata 85 dBA \pm 5-dB (1972) menjadi maksimum 8 jam rata rata 85 dBA \pm 3-Db.

Dengan adanya standar yang tetap, memungkinkan adanya penurunan nilai pemajanan kebisingan terhadap para pekerja di unit pengerolan baja lembaran panas. Hal ini dapat dipakai sebagai asupan dalam *noise mapping*, sehingga tujuan akhir berupa penurunan kasus baru untuk gangguan pendengaran akibat bising dan pencegahan serta pengendalian gangguan pendengaran akibat bising yang telah dilaksanakan dapat tercapai dengan baik. Oleh karena itu, penulis mengambil judul **“PENILAIAN RISIKO KEBISINGAN BERDASARKAN ANALISA NOISE MAPPING DAN NOISE DOSE DI UNIT PRODUKSI HOT STRIP MILL PT. KRAKATAU STEEL CILEGON”**.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dikemukakan di atas maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana sumber kebisingan di Unit *Hot Strip Mill* yang berada di PT. Krakatau Steel ?
2. Daerah mana di Unit *Hot Strip Mill* yang intensitas kebisingannya melebihi Nilai Ambang Batas?
3. Bagaimana jenis kebisingan pada area *Noise Countour* di Unit *Hot Strip Mill* PT. Krakatau Steel ?

4. Adakah kasus NIHL pada pekerja bising di Unit *Hot Strip Mill* PT. Krakatau Steel ?
5. Mengapa risiko gangguan pendengaran karyawan relatif rendah dan bagaimana tingkat risiko kebisingan lingkungan di Unit *Hot Strip Mill* PT. Krakatau Steel ?
6. Bagaiman pengendalian kebisingan yang sudah ada di Unit *Hot Strip Mill* PT. Krakatau Steel?

C. Tujuan dan Manfaat Penelitian

1. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Untuk mengetahui sumber kebisingan yang tepat di Industri baja, khususnya di unit *Hot Strip Mill* PT Krakatau Steel Cilegon.
- b. Untuk mengetahui daerah mana yang intensitas kebisingannya melebihi NAB di unit *Hot Strip Mill* PT Krakatau Steel Cilegon.
- c. Untuk mengetahui jenis kebisingan pada area *noise mapping* di unit *Hot Strip Mill* PT Krakatau Steel Cilegon.
- d. Untuk mengetahui kasus NIHL pada pekerja bising di unit *Hot Strip Mill* PT. Krakatau Steel Cilegon.
- e. Untuk mengetahui risiko gangguan pendengaran karyawan di unit *Hot Strip Mill* PT. Krakatau Steel Cilegon.
- f. Untuk mengetahui pengendalian yang sudah ada di Unit *Hot Strip Mill* PT. Krakatau Steel Cilegon.

1. Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi :

a. Perusahaan

Memberi informasi yang berguna dalam evaluasi nilai paparan bising *noise mapping* dan noise dose terhadap gangguan pendengaran dalam rangka pemantapan program keselamatan dan kesehatan kerja.

b. Mahasiswa

- 1) Meningkatkan pengetahuan dan wawasan tentang ilmu Kesehatan Kerja dan ergonomi serta implementasinya dan manfaatnya.
- 2) menambah wawasan tentang *noise mapping* dan gangguan pendengaran akibat paparan kebisingan.

c. Program D.III Hiperkes dan Keselamatan Kerja

Menambah studi kepustakaan untuk meningkatkan kualitas mahasiswa dalam menerapkan keselamatan dan kesehatan kerja di perusahaan.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

1. Pengertian Dasar Tentang Suara

Bunyi adalah perubahan tekanan yang dapat dideteksi oleh telinga atau kompresi mekanikal atau longitudinal yang merambat melalui medium, medium atau zat perantara ini dapat berupa zat cair, padat, dan gas.

a. Tiga Unsur dari Suara

Apabila keyboard dari piano ditekan, seseorang menangkap "nyaringnya", "tingginya" dan "nada" suara yang dipancarkan. Ini adalah tolak ukur yang menyatakan mutu sensorial dari suara dan dikenal sebagai "tiga unsur dari suara". Sebagai ukuran fisik dari "kenyaringan", ada amplitude dan tingkat tekanan suara. Untuk "tingginya" suara adalah frekwensi. Tentang nada, ada sejumlah besar ukuran fisik, kecenderungan jaman sekarang adalah menggabungkan segala yang merupakan sifat dari suara, termasuk tingginya, nyaringnya dan distribusi spektral sebagai "nada".

b. Frekwensi dan Panjang Gelombang

Suatu gelombang suara memancar dengan kecepatan suara dengan gerakan seperti gelombang. Jarak antara dua titik geografis (yaitu dua titik di antara mana tekanan suara maksimum dari suatu suara murni dihasilkan) yang dipisahkan hanya oleh satu periode dan yang menunjukkan tekanan suara yang sama dinamakan "gelombang suara". yang dinyatakan sebagai λ (m). Kemudian.

7

apabila tekanan suara pada titik sembarang berubah secara periodik, jumlah berapa kali di mana naik-turunnya periodik ini berulang dalam satu detik dinamakan "frekwensi", yang dinyatakan sebagai f (Hz). Suara-suara berfrekwensi tinggi adalah suara tinggi, sedangkan yang berfrekwensi rendah adalah suara rendah.

c. Garis Bentuk Kebisingan

Dikatakan bahwa batas perbedaan suara yang bisa terdengar oleh rata-rata orang adalah 20 - 20,000 Hz, tetapi bisa terdengarnya tersebut tergantung pada frekwensi. Kenyaringan suara yang diterima oleh telinga. Garis bentuk Kenyaringan manusia bervariasi karena dua sifat-sifat fisik yaitu tingkat tekanan suara dan frekwensi. Bahkan dalam lingkup yang bisa terdengar, frekwensi-frekwensi rendah dan tinggi sulit untuk ditangkap. Dibutuhkan kepekaan tinggi pada lingkup 1 – 5 kHz. Apabila tingkat kenyaringan dari suatu suara dikurangi, pada suatu titik tertentu, suara tidak lagi terdengar. Tingkat ini juga berbeda sesuai dengan frekwensi. Tingkat ini diindikasikan sebagai tingkat minimum yang bisa terdengar (garis titiktitik). Tingkat minimum yang bisa terdengar pada 20 dB atau lebih dipandang sebagai kesulitan pendengaran.

2. Definisi Kebisingan

Bising dalam kesehatan kerja, bising dapat diartikan sebagai suara yang dapat menurunkan pendengaran baik secara kuantitatif (peningkatan ambang pendengaran) maupun secara kualitatif (penyempitan spektrum pendengaran).

Kebisingan diartikan sebagai *suara yang tidak dikehendaki*, misalnya yang merintangi terdengarnya suara-suara, musik dan sebagainya atau yang menyebabkan rasa sakit atau yang menghalangi gaya hidup. (JIS Z 8106, IEC60050-801 kosakata elektro-teknik Internasional Bab 801 : Akustikal dan elektroakustikal).

Bunyi didengar sebagai rangsangan-rangsangan pada sel saraf pendengar dalam telinga oleh gelombang longitudinal yang ditimbulkan getaran dari sumber

bunyi atau suara dan gelombang tersebut merambat melalui media udara atau penghantar lainnya, dan manakala bunyi atau suara tersebut tidak dikehendaki oleh karena mengganggu atau timbul di luar kemauan orang yang bersangkutan, maka bunyi atau suara yang demikian dinyatakan sebagai kebisingan. (Suma'mur, 2009)

Semua suara yang tidak dikehendaki yang bersumber dari alat-alat proses produksi dan atau alat-alat kerja pada tingkat tertentu dapat menimbulkan gangguan pendengaran (KepMenNaker No.51 Tahun 1999).

Kebisingan sebagai semua bunyi yang mengalihkan perhatian, mengganggu, atau berbahaya bagi kegiatan sehari-hari, dianggap bising. Walaupun banyak pakar mendefinisikan tentang bising, tetapi secara umum bising didefinisikan sebagai tiap bunyi yang tidak diinginkan oleh penerimanya.

Kebisingan yang berhubungan dengan kesehatan bahwa kebisingan adalah terjadinya bunyi yang tidak dikehendaki sehingga mengganggu dan membahayakan kesehatan. (Peraturan Menteri Kesehatan R.I. No.718/MENKES/PER/XI/1987).

Terdapat dua hal yang menentukan kualitas bunyi, yaitu frekuensi dan intensitasnya. Frekuensi dinyatakan dalam jumlah getaran perdetik atau disebut Herz (=Hz), yaitu jumlah dari golongan-golongan yang sampai ditelinga setiap detiknya. Biasanya suatu kebisingan terdiri dari campuran sejumlah gelombang-gelombang sederhana dari beraneka frekwensi. Nada-nada dari kebisingan ditentukan oleh frekwensi-frekwensi yang ada.

3. Jenis Kebisingan

Berdasarkan sifat-sifatnya, kebisingan dapat dikelompokkan menjadi beberapa jenis (Suma'mur, 2009), yaitu :

- a. Kebisingan kontinyu dengan spektrum frekuensi yang luas (*steady state, wide band noise*), misalnya kebisingan yang berasal dari mesin-mesin, kipas angin, dan lain-lain.
- b. Kebisingan kontinyu dengan spektrum frekuensi yang sempit (*steady state, narrow band noise*), misalnya kebisingan yang berasal dari gergaji sirkuler, katup kipas, dan lain-lain.
- c. Kebisingan terputus-putus (*Intermittent*), misalnya kebisingan yang berasal dari lalu lintas, suara pesawat terbang, dan lain-lain.
- d. Kebisingan *impulsive* (*impact or impulsive noise*), misalnya kebisingan yang berasal dari pukulan palu, tembakan pistol, ledakan meriam, dan lain-lain.
- e. Kebisingan impulsive berulang, misalnya mesin tempa di perusahaan.

4. Sumber kebisingan

Sumber kebisingan yang utama adalah sebagai berikut :

- a. Jalan Raya

Sumber utama : motor, sistem exhaust mobil, smaller trucks dan bis.

Kebisingan ini dapat diperbesar oleh jalanan yang sempit dan gedung yang tinggi dimana dapat menghasilkan suara bergema.

- b. Pesawat terbang
- c. Rel kereta api

Bersumber dari mesin lokomotif, klakson dan peluit.

- d. Konstruksi

Sumber utama : pneumatic hammer, air compressor, bull dozer, loaders, dump truck dan pavement breakers.

e. Industri

Biasanya berasal dari fans, mesin-mesin dan ompressor yang dipasang di luar bangunan industri. Kebisingan yang bersumber dari dalam industri di transfer kepada masyarakat sekitar melalui jendela, pintu dan dinding bangunan industri. Kebisingan ini mempunyai dampak penting pada pekerja yaitu dapat menyebabkan penurunan kemampuan daya dengar (hearing loss)

f. Gedung-gedung

Kebisingan di dalam gedung berasal dari *plumbing, boilers, generator, air conditioner* dan *fans*. Kebisingan di luar gedung berasal dari *emergency vehicles, traffic* dan *refuse collection*.

g. Produk-produk konsumen

Kebisingan dapat bersumber dari peralatan rumah tangga seperti vacuum cleaner dan peralatan halaman seperti : mesin pemotong rumput dan penyapu salju.

5. Faktor yang Berkaitan dengan Kebisingan

Beberapa faktor yang berkaitan dengan kebisingan, yaitu :

a. Frekuensi

Frekuensi adalah jumlah satuan getaran yang dihasilkan dalam satuan waktu (detik), dengan satuan hertz (Hz). Frekuensi suara yang dapat didengar oleh manusia mulai dari 20 Hz sampai dengan 20.000 Hz.

b. Intensitas suara

Intensitas suara didefinisikan sebagai energi suara rata-rata yang ditransmisikan melalui gelombang suara menuju arah perambatan dalam media (udara, air, benda, dan sebagainya).

c. Amplitudo

Amplitudo adalah satuan kuantitas suara yang dihasilkan oleh sumber suara pada arah tertentu.

d. Kecepatan suara

Kecepatan suara adalah satuan kecepatan perpindahan perambatan udara per satuan waktu.

e. Panjang gelombang

Panjang gelombang adalah jarak yang ditempuh oleh perambatan suara untuk satu siklus.

f. Periode

Periode adalah waktu yang dibutuhkan untuk satu siklus amplitude dengan satuan detik.

g. Oktave band

Oktave band merupakan kelompok-kelompok frekuensi tertentu dari suara yang dapat didengar dengan baik oleh manusia.

h. Frekuensi bandwidth

Frekuensi bandwidth dipergunakan untuk pengukuran suara industri.

i. Puretone

Puretone adalah gelombang suara yang terdiri hanya dari satu jenis amplitudo dan satu jenis frekuensi.

j. Loudness

Loudness adalah persepsi pendengaran terhadap suara pada amplitudo tertentu. Satuannya adalah phon, 1phon setara dengan 4 dB pada frekuensi 1000 Hz.

k. Kekuatan suara

Kekuatan suara adalah satuan dari total energi yang dipancarkan oleh suara per satuan waktu.

l. Tekanan suara

Tekanan suara adalah satuan daya tekan suara per satuan luas.

6. Nilai Ambang Batas Kebisingan

Menurut WHO (1995), terdapat berbagai standar nasional dan internasional untuk ambang bahaya bagi telinga dalam hal tingkat intensitas bunyi dan frekuensinya. Sebagai patokan umum, ambang untuk efek-efek yang merugikan selama 8 jam paparan setiap hari adalah 85dB pada frekuensi 1000 Hz.

Nilai Ambang Batas (NAB) Kebisingan berhubungan dengan *sound pressure level* (SPL) dan lamanya waktu paparan yang menunjukkan kondisi dimana hampir seluruh pekerja terpapar bising berulang kali tanpa menimbulkan

dampak yang merugikan terhadap kemampuan mendengar dan mengerti pembicaraan normal.

OSHA membuat peraturan yang dikenal sebagai hukum 5dB. Apabila intensitas bising meningkat 5 dB. Maka waktu paparan yang diperkenankan harus dikurangi separuhnya.

Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor Kep. 51/MEN/1999 tentang NAB faktor fisika di tempat kerja pasal 1 ayat 3 menyebutkan bahwa Nilai Ambang Batas adalah Standar faktor bahaya di tempat kerja sebagai pedoman pengendalian agar tenaga kerja masih dapat menghadapinya tanpa mengakibatkan penyakit atau gangguan kesehatan dalam pekerjaan sehari-hari untuk waktu tidak melebihi 8 jam sehari atau 40 jam seminggu.

NAB untuk kebisingan berdasarkan Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor Kep. 51/MEN/1999 dikenal sebagai hukum 3 dB.

Tabel 1. Nilai Ambang Batas Kebisingan

Waktu Pemajanan		Intensitas Kebisingan (Dba)
8	Jam	85
4		88
2	Menit	91
1		94
30		97
15	Detik	100
7,5		103
3,75		106
1,88		109
0,94		112
28,12		115
14,06		118
7,03		121
3,52		124
1,76		127
0,88		130
0,44		133

0,22 0,11		136 139
--------------	--	------------

Standar kebisingan menurut Departemen Kesehatan (DEPKES) yang mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.718/Men/Kes/Per/XI/1987 tentang kebisingan yang berhubungan dengan kesehatan.

1) Bab I tentang Ketentuan Umum Pembagian Zona

a) Zona A

Diperuntukkan bagi tempat penelitian, rumah sakit, tempat perawatan kesehatan dan sejenisnya.

b) Zona B

Diperuntukkan bagi perumahan, tempat rekreasi dan sejenisnya.

c) Zona C

Diperuntukkan bagi perkantoran, pertokoan, perdagangan, pasar, dan sejenisnya.

d) Zona D

Diperuntukkan bagi industri, pabrik, stasiun kereta api, terminal bis dan sejenisnya.

2) Bab III Tentang Syarat-Syarat Kebisingan

Tabel 2. Syarat-syarat kebisingan

No	Zona	Tingkat Kebisingan	
		Maksimum yang dianjurkan	Maksimum yang diperbolehkan
1	A	35	45
2	B	45	55

3	C	50	60
4	D	60	70

7. Sound Pressure Level (SPL)

Intensitas tekanan suara (SPL) adalah logaritma perbandingan antara tekanan suara pada posisi tertentu yang berasal dari sumber kebisingan dibandingkan dengan tekanan suara ambang dengar manusia. Suara desibel untuk tekanan suara digunakan sebagai angka-angka yang di baca pada sebuah alat *Sound Level Meter*. Penambahan dua SPL hasil pengukuran (desibel) dapat dihitung dengan bantuan nomogram dengan cara mengurangi SPL yang tinggi dengan SPL yang lebih rendah. Selisih dua SPL tersebut dikonversikan pada nomogram dimana skala bagian atas dibandingkan dengan skala bagian bawah yang sesuai. Garis yang berhimpit merupakan koreksi dan ditambahkan pada nilai SPL yang lebih tinggi. Penambahan nilai SPL dengan perhitungan matematika, menggunakan rumus sebagai berikut :

$$L = 10 \log (10^{\frac{L_1}{10}} + 10^{\frac{L_2}{10}} + \dots + 10^{\frac{L_n}{10}})$$

8. Equivalent Sound Pressure Level (Leq)

Equivavalent Sound Pressure Level (Leq) adalah intensitas tekanan suara konstan yang mempunyai total energi sama (ekivalen) dengan energi dari kebisingan yang berfluktuasi dalam rentang waktu yang sama atau intensitas

eksposure terhadap suara digunakan untuk menyatakan kebisingan satu kali atau kebisingan sebentar-sebentar dalam jangka waktu pendek dan kontinyu. Variabel mengubah jumlah energi dari kebisingan satu kali menjadi intensitas tekanan suara berbobot A dari kebisingan tetap 1 detik yang kontinyu dari energi sepadan. Besaran ini sangat berguna untuk menggambarkan intensitas kebisingan suatu sumber kebisingan yang berubah-ubah setiap saat.

Rumus Leq adalah sebagai berikut :

$$L_{Aeq} = 10 \log \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_A^2}{p_0^2} dt \right] \quad \text{dan} \quad L_{Aeq} = 10 \log \left[\frac{1}{n} \left(10^{\frac{L_{A1}}{10}} + 10^{\frac{L_{A2}}{10}} + \dots + 10^{\frac{L_{An}}{10}} \right) \right]$$

Keterangan :

Po : Tekanan Suara referensi (20μPa)

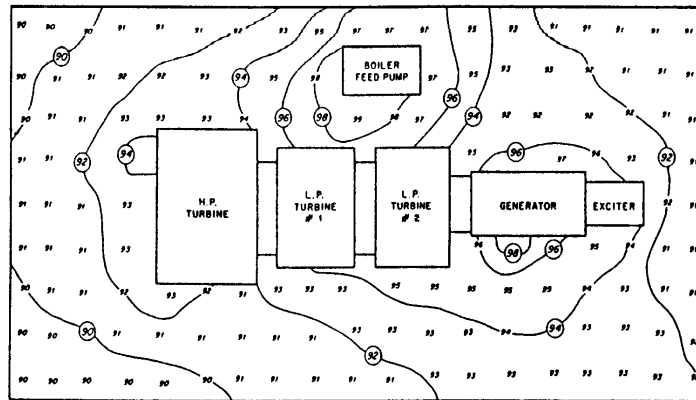
PA : Tekanan suara berbobot A (untuk waktu A) dari kebisingan target (Pa).

9. Pemetaan atau Topografi kebisingan

Noise mapping atau pemetaan kebisingan adalah suatu sketsa yang sangat teliti yang menggambarkan letak relatif dari semua titik sampling kebisingan. Ke dalam sketsa ini ditambahkan data tingkat kebisingan di sekitar titik sampling kebisingan. Adanya garis yang menghubungkan titik-titik di area kerja yang mempunyai tingkat kebisingan yang sama.

Peta kebisingan adalah dokumen tentang kebisingan di *site plant* yang disajikan dalam bentuk peta, berisi *plot-plant* area yang digambarkan dengan *square grid lines* yang berjarak 5 meter antara *grid lines*. Tingkat kebisingan

tertera pada setiap *grid lines*. sebagai contoh pemetaan kebisingan adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Contoh Pemetaan Kebisingan

10. Permissible Noise Dose Exposure

Pengukuran dosis paparan harian pada tenaga kerja dilakukan dengan menggunakan *Noise Dosimeter* (NDM), alat ini berguna untuk mengetahui besarnya paparan seorang pekerja pada pekerjaan yang ditekuninya. Pengukuran ini akan menganalisis kebisingan lebih tajam, terutama bagi pekerja yang terpapar bising pada lebih dari satu sumber dalam kurun waktu tertentu, sehingga analisis kebisingan dapat dilakukan berdasarkan masing-masing pekerjaan yang satu dengan lainnya pasti berbeda dalam hal terpapar bising, walaupun berada dalam satu lokasi yang sama.

Dari hasil pengukuran dengan *noise dosimeter* akan dihasilkan besaran persen dose yang merupakan perbandingan antara waktu paparan dari intensitas kebisingan tertentu dengan waktu standar dari intensitas kebisingan tertentu

tersebut. Penghitungan dose kebisingan di dalam persentase NELs untuk kebisingan yang kontinyu menggunakan rumus perhitungan, sebagai berikut :

$$D = 100 \times \left[\frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \frac{C_3}{T_3} + \dots + \frac{C_n}{T_n} \right]$$

Dimana C1 dan Cn adalah total waktu paparan kebisingan para pekerja, dan T1 sampai Tn adalah durasi waktu referensi. Persen dose (%D) dapat dikonversikan menjadi TWA berdasarkan OSHA atau NIOSH yang merupakan paparan kebisingan para pekerja selama 8 jam kerja.

Analisa yang dilakukan dalam *noise dose* adalah jika $D > 1$ maka tingkat paparan bising telah melebihi NAB, jika $D = 1$ maka tingkat paparan bising memenuhi NAB, dan jika $D < 1$ maka tingkat paparan bising berada di bawah NAB.

11. Pengukuran Kebisingan

Pengukuran suara dan karakteristik kebisingan (tekanan, frekuensi, dan durasi) sangat berperan dalam pengembangan suatu pengendalian kebisingan. Pengukuran tingkat tekanan suara menyeluruh digunakan untuk menentukan pemenuhan kriteria kebisingan di industri dan menilai efektifitas dari berbagai sistem pengendalian kebisingan.

Pengukuran kebisingan pada suatu daerah kerja dilakukan bilamana sulit berkomunikasi pada nada suara yang normal. Begitupun pada jarak sekitar satu(1) meter kita berkomunikasi yang mana harus berteriak, maka pengukuran kebisingan harus dilakukan. Dalam hal ini kita sering juga merasakan bahwa

dimana setelah bekerja satu shift(8 jam kerja) di daerah yang bising telinga rasa tersumbat / buntu beberapa saat dan berdenging. Dengan demikian, maka pengukuran kebisingan harus dilakukan.

12. Gangguan Akibat Kebisingan

a. Pengaruh Kebisingan terhadap kesehatan

Bising dapat menyebabkan gangguan terhadap tenaga kerja, gangguan fisiologis, gangguan psikologis, gangguan komunikasi dan gangguan ketulian, atau ada yang menggolongkan gangguan auditory, misalnya gangguan terhadap pendengaran, dan gangguan non auditory seperti gangguan komunikasi terganggu, ancaman bahaya keselamatan, menurunnya performance kerja, kelelahan dan stress.

Pengaruh kebisingan terhadap manusia tergantung pada karakteristik, ada beberapa gangguan yang diakibatkan oleh kebisingan diantaranya :

1) Gangguan Pendengaran

Diantara sekian banyak gangguan bising, gangguan pendengaran adalah gangguan yang paling serius karena dapat menyebabkan hilangnya pendengaran atau ketulian. Ketulian ini dapat bersifat progresif atau awalnya bersifat sementara, tetapi bila bekerja terus menerus terhadap bising maka daya dengar akan menghilang secara tetap atau tuli.

Gangguan pendengar adalah perubahan pada tingkat pendengaran yang berakibat kesulitan dalam melaksanakan kehidupan normal, biasanya dalam hal memahami pembicaraan. Secara dasar gradiasi gangguan pendengaran karena

bising itu sendiri dapat ditentukan dengan menggunakan parameter percakapan sehari-hari sebagai berikut :

Tabel 3. Parameter Percakapan

Normal	Tidak mengalami kesulitan dalam percakapan biasa (6 m)
Sedang	Kesulitan dalam percakapan sehari-hari mulai jarak > 1,5 meter.
Menengah	Kesulitan dalam percakapan keras sehari-hari mulai jarak > 1,5 meter.
Berat	Kesulitan dalam percakapan keras / berteriak dalam jarak > 1,5 meter.
Sangat Berat	Kesulitan dalam percakapan keras / berteriak dalam jarak < 1,5 meter.
Tuli Total	Kehilangan dalam kemampuan pendengaran dalam berkomunikasi.

Menurut definisi kebisingan, apabila suatu suara mengganggu orang yang membaca atau mendengarkan musik, maka suara itu adalah kebisingan bagi orang itu meskipun orang lain tidak terganggu oleh suara tersebut. Jenis-jenis dari akibat-akibat kebisingan dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 4. Akibat Kebisingan

Tipe		Uraian
Sambungan badaniah	Kehilangan pendengaran	Perubahan ambang batas sementara akibat kebisingan, perubahan ambang batas permanen akibat kebisingan
	Akibat-akibat fisiologis	Rasa tidak nyaman atau stress meningkat, tekanan darah meningkat, sakit kepala, bunyi dering Bersambung

Akibat-akibat psikologis	Gangguan Emosional	Kejengkelan, kebingungan
	Gangguan gaya hidup	Gangguan tidur atau istirahat, hilang konsentrasi waktu bekerja, membaca, dsb.
	Gangguan pendengaran	Merintangi kemampuan mendengarkan tv, radio, percakapan, tlp, dsb.

Pendengaran manusia merupakan salah satu indera yang berhubungan dengan komunikasi audio/suara. Alat pendengaran yang berbentuk telinga berfungsi sebagai fonoreseptor yang mampu merespon suara pada kisaran 0-140 dB tanpa menimbulkan rasa sakit. Sensitifitas pendengaran pada manusia yang dikaitkan dengan suara paling lemah yang masih dapat didengar disebut ambang pendengaran, sedangkan suara yang paling tinggi yang masih dapat didengar tanpa menimbulkan rasa sakit disebut ambang rasa sakit. Kerusakan pendengaran (dalam bentuk ketulian) merupakan penurunan sensitifitas yang berlangsung secara terus-menerus.

Tindak pencegahan terhadap ketulian akibat kebisingan memerlukan kriteria yang berhubungan dengan tingkat kebisingan maksimum dan lamanya kebisingan yang diterima. Lebarnya interval tekanan suara dan frekuensi yang dapat diterima oleh telinga manusia membuat telinga manusia memiliki kawasan-kawasan yang peka suara dan jika dipetakan pada suatu grafik frekuensi versus arah tekanan suara akan memperlihatkan adanya auditory sensation area. Kawasan tersebut dibagian atas dibatasi oleh ambang pendengaran yaitu suatu arah tekanan suara maksimal yang masih bisa direspon oleh pendengaran tanpa merusaknya,

sedangkan bagian bawah dibatasi oleh ambang pendengaran minimum yaitu arah tekanan minimal yang dibutuhkan untuk merangsang pendengaran.

(a) Anatomi Pendengaran

Anatomi Telinga manusia terdiri dari tiga bagian :

(1) Telinga Bagian Luar

Terdiri dari daun telinga dan liang telinga (auditory canal), dibatasi oleh membran timpani. Telinga bagian luar berfungsi sebagai mikrofon yaitu menampung gelombang suara dan menyebabkan membran timpani bergetar. Semakin tinggi frekuensi getaran semakin tinggi pula membran tersebut bergetar begitu juga pula sebaliknya.

(2) Telinga Bagian Tengah

Terdiri atas *ossicle* yaitu tiga tulang kecil (tulang pendengaran yang halus) Martil-Landasan-sanggurdi yang berfungsi memperbesar getaran dalam membran timpani dan meneruskan getaran yang telah diperbesar ke oval window yang bersifat fleksibel. Oval window ini terdapat pada ujung *cochlea*.

(3) Telinga Bagian Dalam

Telinga bagian dalam juga disebut *cochlea* atau rumah siput. *Cochlea* mengandung cairan, di dalamnya terdapat membrane basiler dan organ corti yang terdiri dari sel-sel rambut yang merupakan reseptor-reseptor pendengaran. Getaran dari oval window akan diteruskan oleh cairan dalam cochlea, mengantarkan

membrane basiler. Getaran ini merupakan impuls bagian corti yang selanjutnya diteruskan ke otak melalui syaraf pendengar (*nervus cochlearis*).

(b) Faktor yang berpengaruh terhadap gangguan pendengaran akibat bising

(1) Intensitas bising

Intensitas bising sangat berperan terhadap timbulnya gangguan pendengaran. Makin tinggi intensitas bising makin tinggi pula resiko timbulnya gangguan pendengaran. Intensitas bising maksimal yang dapat ditoleransi oleh telinga adalah di bawah 85 dB, jika lebih dari 85 dB maka efek akan timbul tergantung dari lamanya paparan. Oleh karena itu, pemerintah menetapkan nilai ambang bising maksimum 85 dB dengan jam kerja 8 jam sehari atau 40 jam seminggu.

(2) Durasi dan lama paparan.

Pada intensitas bising 85 dB, lamanya paparan akan berperan terhadap timbulnya gangguan pendengaran. Makin lama waktu paparan maka resiko untuk mengalami ketulian akan semakin meningkat. Untuk mencegah timbulnya gangguan pendengaran pada pekerja yang bekerja pada lingkungan dengan intensitas bising di atas 85 dB, durasi paparan per hari dibatasi sesuai dengan intensitas bising.

Efek kebisingan terhadap pendengaran terdiri dari berbagai macam diantaranya adalah sebagai berikut :

(a) Hubungan antara kehilangan pendengaran akibat kebisingan dengan tekanan darah tinggi.

(b) Gangguan *neuropsychologi*

- Sakit kepala
- Kelelahan
- Kesulitan untuk tidur
- Sifat lekas marah
- *Neuroticism*

(c) Gangguan *system cardiovascular*

- Tekanan darah tinggi
- Tekanan darah rendah
- Penyakit jantung

(d) Gangguan system pencernaan

- Luka bernanah
- Radang usus besar

Gangguan endokrin dan biokimia

2) Gangguan Kesehatan

Kebisingan berpotensi untuk mengganggu kesehatan manusia apabila manusia terpapar aras suara dalam suatu perioda yang lama dan terus-menerus. Aras suara 75 dB untuk 8 jam kerja per hari jika hanya terpapar satu hari saja pengaruhnya tidak signifikan terhadap kesehatan, tetapi apabila berlangsung setiap hari, maka suatu saat akan melewati suatu batas dimana paparan kebisingan tersebut akan menyebabkan hilangnya pendengaran seseorang (tuli).

Untuk beberapa kasus paparan kebisingan, dampaknya terhadap kesehatan lebih banyak bersifat individual dan tidak bisa dipukul rata untuk sekelompok populasi manusia sehingga dalam hal ini diperlukan suatu fungsi pembobotan yang dipilih untuk menentukan risiko dampak kebisingan terhadap sekelompok populasi manusia. Fungsi ini disebut fungsi pembobotan proteksi pendengaran. Risiko dampak kebisingan terhadap ketulian populasi.

Selain gangguan terhadap sistem pendengaran, dan usia anggota berpengaruh atau dapat menimbulkan gangguan terhadap mental, emosional, serta sistem jantung dan peredaran darah. Gangguan mental emosional berupa terganggunya kenyamanan hidup, mudah marah, dan menjadi lebih peka atau mudah tersinggung, melalui mekanisme hormonal yaitu diproduksinya hormon adrenalin, dapat meningkatkan frekuensi detak jantung dan tekanan darah.

Lebih rinci lagi dapatlah digambarkan dampak kebisingan terhadap tenaga kerja sebagai berikut :

(a) Gangguan Fisiologis

Gangguan dapat berupa peningkatan tekanan darah, peningkatan nadi, basal metabolisme, kontraksi pembuluh darah kecil terutama pada bagian kaki, dapat menyebabkan pucat dan gangguan sensoris.

(b) Gangguan Psikologis

Gangguan psikologis dapat berupa rasa tidak nyaman, kurang konsentrasi, susah tidur, emosi, dan lain-lain. Paparan dalam jangka waktu lama dapat menimbulkan penyakit, psikosomatik seperti gastritis, penyakit jantung koroner, dan lain-lain.

(c) Gangguan Komunikasi

Gangguan komunikasi ini dapat menyebabkan terganggunya pekerjaan, bahkan mungkin terjadi kesalahan, terutama bagi pekerja yang baru yang belum berpengalaman. Gangguan komunikasi ini secara tidak langsung akan mengakibatkan bahaya terhadap kesehatan dan keselamatan tenaga kerja, karena tidak mendengar teriakan dan isyarat tanda bahaya dan tentunya akan dapat menurunkan mutu pekerjaan dan produktifitas tenaga kerja.

(d) Gangguan Keseimbangan

Gangguan keseimbangan ini mengakibatkan gangguan fisiologis seperti kepala pusing, mual, dan lain-lain.

13. Pengendalian Kebisingan

Secara konseptual tehnik pengendalian kebisingan yang sesuai dengan Hirarki Pengendalian Resiko (Tarwaka, 2008) adalah:

a) Eliminasi

Eliminasi merupakan suatu pengendalian resiko yang bersifat permanen dan harus dicoba untuk diterapkan sebagai pilihan prioritas pertama. Eliminasi dapat dicapai dengan memindahkan objek kerja atau sistem kerja yang berhubungan dengan tempat kerja yang kehadirannya pada batas yang tidak dapat diterima oleh ketentuan, peraturan atau standar baku K3 atau kadarnya melebihi Nilai Ambang Batas (NAB).

b) Substitusi

Pengendalian ini dimaksudkan untuk menggantikan bahan-bahan dan peralatan yang lebih berbahaya dengan bahan-bahan dan peralatan yang kurang

berbahaya atau yang lebih aman, sehingga pemaparannya selalu dalam batas yang masih dapat diterima, contoh ; rotary compressor yang menghasilkan intensitas kebisingan jauh lebih rendah dari compressor jenis torak.

c) Engenering Control

Pengendalian atau rekayasa teknik termasuk merubah struktur objek kerja untuk mencegah seseorang terpapar kepada potensi bahaya, seperti pemberian pengaman mesin.

d) Isolasi

Isolasi merupakan pengendalian resiko dengan cara memisahkan seseorang dari objek kerja.

Pengendalian kebisingan pada media propagasi dengan tujuan menghalangi paparan kebisingan suatu sumber agar tidak mencapai penerima, contoh : pemasangan Barrier, *enclosure* sumber kebisingan dan tehnik pengendalian aktif pengendalian aktif (*active noise control*) emnggunakan prinsip dasar dimana gelombang kebisingan yang menjalar dalam media penghantar dikonselaasi dengan gelombang suara yang identik tetapi mempunyai perbedaan fase 180^0 pada gelombang kebisingan tersebut dengan menggunakan peralatan kontrol.

e) Pengendalian Administratif

Pengendalian administratif dilakukan dengan menyediakan suatu sistem kerja yang dapat mengurangi kemungkinan seseorang terpapar potensi bahaya.

Metode pengendalian ini sangat tergantung dari perilaku pekerjaanya dan memerlukan pengawasan yang teratur untuk dipatuhinnya pengendalian administratif ini. Metode ini meliputi : pengaturan waktu kerja dan waktu istirahat, rotasi kerja untuk mengurangi kelelahan dan kejenuhan.

f) Alat Pelindung Diri

Alat Pelindung Diri secara umum merupakan sarana pengendalian yang digunakan untuk jangka pendek dan bersifat sementara mana kala sistem pengendalian yang lebih permanen belum dapat diimplementasikan. APD merupakan pilihan terakhir dari suatu sistem pengendalian resiko ditempat kerja.

Antara lain dengan menggunakan alat proteksi pendengaran, berupa : *ear plug* dan *ear muff*. *Ear Plug* dapat terbbuat dari kapas, plastik, karet alami dan bahan sintetis. Untuk ear plug yang terbuat dari kapas, spons, dan malam (*wax*) hanya dapat digunakan untuk sekali pakai. Sedangkan yang terbuat dari bahan karet dan plastik yang dicetak (*molded rubber/plastik*) dapat digunakan berulang kali. Alat ini dapat mengurangi suara sampai 20 dB(A).

Sedangkan untuk *ear muff* terdiri dari dua buah tutup telinga dan sebuah *headband*. Alat ini dapat mengurangi intensitas suara sampai dengan 30 dB(A) dan juga dapat melindungi bagian luar telinga dari benturan benda keras atau percikan bahan kimia.

Pengendalian kebisingan yang dilakukan sevara bertahap adalah sebagai berikut :

a. Perencanaan Pengendalian Kebisingan

1) Perenanaan Pada fase awal

- a) Rancangan tata letak bangunan yang sensitif terhadap kebisingan dan bangunan-bangunan yang merupakan sumber kebisingan.
- b) Rancangan tata letak mesin-mesin yang mempunyai intensitas kebisingan tinggi tanpa mempengaruhi proses produksi.
- c) Pemilihan mesin-mesin atau komponen exhaust dengan spesifikasi intensitas kebisingan yang rendah.
- d) Merancang bangunan yang berfungsi sebagai selubung akustik atau penghalang kebisingan.
- e) Merancang bahan-bahan yang berfungsi sebagai selubung akustik atau penghalang mesin.

2) Perencanaan pada fase Operasi

- a) Menetapkan prosedur dan guidelines pengukuran dan pemeliharaan komponen pengendalian kebisingan.
- b) Melakukan rancangan untuk memilih metode, tehnik serta instalasikomponen pengendalian kebisingan.
- c) Melakukan test audiometri secara periodik.
- d) Melakukan analisis-snalysis intensitas kebisingan dan pengaruhnya pada pekerja atau lingkungan.

3) *Noise Control Management*

- a) Program Survey Kebisingan

- (1) Mengukur tingkat tekanan suara mesin dan peralatan yang beroperasi di lokasi para pekerja untuk menilai pemajanan kebisingan yang diterima oleh pekerja.
- (2) Melakukan evaluasi setiap pola pemajanan kebisingan yang menentukan apakah terjadi gangguan yang berbahaya terhadap pendengaran pekerja.
- (3) Mengembangkan suatu daftar prioritas pengendalian kebisingan berdasarkan proteksi yang dibutuhkan oleh kebanyakan pekerja.
- (4) Menciptakan sasaran rancangan pengendalian kebisingan yang akan diprioritaskan berdasarkan standar-standar yang ada.

b) Teknik Pengendalian Kebisingan

- (1) Melakukan evaluasi teknis terhadap sumber yang dianggap potensial mempengaruhi intensitas pemajanan kebisingan pada suatu lokasi sesuai dengan rancangan untuk mesin.
- (2) Mengembangkan tata cara perbaikan yang diperlukan untuk setiap sumber kebisingan secara teknis. Jika pengendalian kebisingan secara teknis tidak layak maka perlu dilakukan evaluasi dengan prosedur administratif untuk perlindungan tenaga kerja.
- (3) Melakukan pengukuran rinci terhadap setiap sumber kebisingan, untuk menilai apakah perlu dilakukan pengendalian kebisingan atau tidak.
- (4) Melakukan rencana teknis pengendalian kebisingan terutama untuk sumber-sumber yang tidak mengganggu produksi.

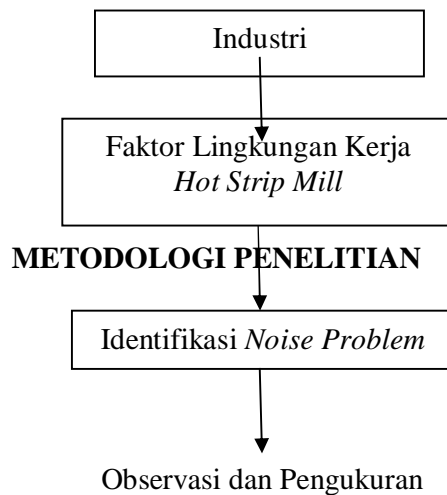
- (5) Melakukan evaluasi terhadap pemilihan jenis pengendalian yang memenuhi proses produksi dan program pemeliharaan pabrik.
 - (6) Membuat gambar-gambar dan spesifikasi untuk peralatan dan bahan yang diperlukan untuk pengendalian kebisingan.
- c) Instalasi Pengendalian Kebisingan
- (1) Melakukan persiapan untuk lelang pembelian peralatan dan bahan yang diperlukan untuk pengendalian kebisingan.
 - (2) Melakukan pelelangan untuk memperoleh *supplier* yang tepat.
 - (3) Melakukan *procurement*
 - (4) Melakukan instalasi komponen pengendalian kebisingan sesuai dengan perencanaan.
 - (5) Melakukan evaluasi dan modifikasi rancangan bila dianggap perlu sesuai dengan kondisi lapangan.
 - (6) Melakukan testing final terhadap instalasi komponen pengendalian kebisingan.

d) *Baseline*

Yang dimaksud dengan kondisi baseline adalah L_p atau tingkat tekanan suara yang dihasilkan oleh setiap sumber kebisingan (mesin) yang dioperasikan dalam beban kerja normal. Jika kondisi kerja telah di ubah atau di lakukan penambahan komponen pengendalian kebisingan, maka L_p yang baru digunakan sebagai baseline yang baru pula. Baseline ini digunakan sebagai acuan setiap saat pemantauan dan aktifitas pemeliharaan dilakukan. Dan baseline juga dapat digunakan sebagai acuan apakah masing-masing mesin berada dalam kondisi

operasi yang normal. Perubahan intensitas kebisingan memberi indikasi bahwa mesin mengalami kerusakan. Oleh karena itu pembentukan baseline sangat dibutuhkan sebagai bagian dari prosedur pemeliharaan dalam noise control management.

B. Kerangka Pemikiran



A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian deskriptif yang bertujuan untuk mengetahui pemetaan kebisingan dan nilai noise dose terhadap pengendalian kebisingan di Unit Produksi *Hot Strip Mill* PT. Krakatau Steel telah berhasil dan sudah cukup untuk mengantisipasi risiko permasalahan yang ditimbulkan oleh kebisingan.

B. Lokasi dan Waktu Penelitian

1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian *noise mapping* dilakukan di :

Nama : Unit Pabrik Pengerolan Baja Lembaran Panas (*Hot Strip Mill*) PT.

Krakatau Steel, khususnya di area *Furnace* sampai dengan *Laminar Cooling*.

Alamat : Krakatau Industrial Estate Jln. Industri No.5 Cilegon, Banten, Indonesia.

2. Waktu Penelitian

Penelitian kebisingan ini dilakukan selama 3 bulan dimulai pada tanggal 1 Maret sampai dengan 25 Mei 2009

C. Populasi dan Sampel

36

Populasi adalah seluruh individu yang dimaksudkan untuk diteliti, yang mempunyai satu sifat yang sama. Populasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah populasi tenaga kerja yang bekerja pada lingkungan kebisingan > 85 dB di

Unit Pengerolan Baja Lembaran Panas PT. Krakatau Steel pada area *Furmace* sampai dengan *Laminar Cooling* berjumlah 52 tenaga kerja dari Shift 1 sampai dengan Shift 3, dari 52 tenaga kerja diambil hanya Shift 2 yang berjumlah 23 tenaga kerja.

Sampel adalah sebagian dari populasi yang akan diteliti, yang paling sedikit mempunyai satu sifat yang sama. Sampel yang digunakan pada penelitian dari shift 2 yang diambil berjumlah 15 tenaga kerja.

D. Tehnik Pengambilan Data

1. Observasi Karakteristik Pemajanan Kebisingan

Observasi karakteristik kebisingan dilakukan untuk mengetahui pemajanan pada kelompok jabatan di unit pengerolan baja lembaran panas. Besar kecilnya karakteristik pemajanan kebisingan pada kelompok jabatan di unit pengerolan baja lembaran panas dapat digunakan untuk menentukan dosis pemajanan para pekerja, yang hasilnya dapat digunakan untuk menilai risiko bahaya kebisingan terhadap para pekerja di unit pengerolan baja lembaran panas PT. Krakatau Steel.

2. Pengukuran Karakteristik Kebisingan

Pengukuran karakteristik kebisingan dilakukan untuk mengetahui intensitas kebisingan di unit pengerolan. Besar kecilnya intensitas kebisingan di unit pengerolan dapat digunakan untuk membuat grafik karakteristik kebisingan dan pemetaan kebisingan (*noise mapping*) di unit pengerolan baja lembaran panas PT. Krakatau Steel.

3. Wawancara

Untuk melengkapi data yang diperoleh dari hasil observasi, maka peneliti melakukan wawancara dengan para pekerja Divisi K3LH, Dinas Hyperkes, dan petugas di unit kerja terkait.

4. Dokumentasi

Dilakukan dengan cara mengumpulkan data-data, mempelajari dokumen-dokumen dan catatan-catatan perusahaan yang berhubungan dengan kebisingan, *noise mapping*, *noise dose*, HCP (*Hearing Conservasi Program*), yang hasilnya dapat digunakan untuk menilai pengendalian kebisingan di Unit *Hot Strip Mill*.

E. Jenis Data

Jenis data yang diperoleh dan dikumpulkan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder.

1. Data Primer

Mengadakkann observasi langsung kelapangan dengan melakukan pengukuran intensitas kebisingan dan observasi karakteristik pemajanan kebisingan pada jabatan di unit pengerolan. Data tersebut digunakan untuk membuat grafik karakteristik kebisingan, pemetaan kebisingan (*noise mapping*), menentukan dosis pemajanan dan untuk menilai tingkat risiko bahaya kebisingan terhadap para pekerja di unit pengerolan, yang hasilnya dapat di gunakan untuk mengetahui pengendalian yang sudah dilakukan di PT.Krakatau Steel.

2. Data Sekunder

Data sekunder diperoleh melalui dokumen-dokumen dan catatan-catatan perusahaan yang berhubungan dengan kebisingan PT. Krakatau Steel.

F. Instrumen Penelitian dan Validasi

Adapun alat yang digunakan untuk mengukur karakteristik kebisingan dan karakteristik pemajanan kebisingan di unit Pabrik Pengerolan Baja Lembaran Panas (HSM) adalah sebagai berikut :

1. Sound Level Meter



Gambar 2. *Sound Level Meter*

G. Jalannya Penulisan Laporan

1. Tahap Persiapan

Alur kegiatan pembuatan laporan khusus dengan judul “Penilaian Risiko Kebisingan berdasarkan Analisa *Noise Mapping* dan *Noise Dose* di Unit Produksi *Hot Strip Mill* PT. Krakatau Steel” dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

- a. Persiapan, yaitu menyelesaikan administrasi praktek kerja lapangan (PKL) di Divisi Pusdiklat PT. Krakatau Steel.

- b. Penentuan judul, dimulai dengan tahap observasi pendahuluan untuk mengetahui permasalahan tempat kerja yang dapat dijadikan tema dan judul penelitian.
- c. Membuat model penelitian, yaitu membuat kerangka pemikiran dan sistematika bagaimana penelitian ini dilaksanakan.

2. Tahap Pelaksanaan

- a. Observasi ke objek yang diteliti yang sesuai dengan judul laporan.
- b. Observasi tentang faktor lingkungan kerja pekerjaan.
- c. Melakukan pengukuran kebisingan di unit terkait.
- d. Melakukan wawancara dengan tenaga kerja Divisi K3LH, Dinas Hiperkes dan petugas unit kerja terkait.
- e. Pencarian data pelengkap melalui arsip-arsip dan buku-buku referensi yang berkaitan dengan objek penelitian.

3. Tahap Pengolahan Data

Membuat model penelitian, yaitu membuat kerangka pemikiran dan sistematika laporan pelaksanaan penelitian ini.

a. Diagram Penelitian

1) Cara Pengumpulan Data Penelitian

- a) Ruang lingkup data penelitian, meliputi data-data tentang karakteristik kebisingan, karakteristik pemajanan kebisingan, program konservasi pendengaran (HCP) dan pengendalian kebisingan di PT. Krakatau Steel.

- b) Ruang lingkup sampling, meliputi jumlah sampel, waktu sampling bahan dan peralatan sampling.

2) Cara Pengolahan Data dan Analisa Data Penelitian

- a) Pengolahan data kebisingan dapat digunakan untuk membuat grafik karakteristik kebisingan dan gambar pemetaan kebisingan (*noise mapping*)
- b) Pengolahan dan pemajanan kebisingan dapat digunakan untuk mengetahui nilai *Equivalent Sound Level (Leq)*, *Time Weighted Average (TWA)* dan *Noise Dose*.

3) Penilaian Program Konservasi Pendengaran (HCP) di PT. Krakatau Steel.

- a) Pengolahan nilai intensitas kebisingan (SPL) dapat digunakan untuk membuat pemetaan kebisingan (*noise mapping*) di unit pengerolan PT. Krakatau Steel, yang hasilnya dapat digunakan untuk menilai program pengendalian kebisingan yang dipersyaratkan.
- b) Pengolahan nilai dosis pemajanan kebisingan, TWA dan Leq dapat digunakan untuk menilai tingkat risiko bahaya kebisingan terhadap pekerja di unit pengerolan PT. Krakatau Steel.

4) Penyusunan Laporan

Menyusun laporan dan evaluasi sebagai tahap akhir dari penelitian dimana sebelum ujian (sidang) dikonsultasikan terlebih dahulu dengan Dosen pembimbing dan pembimbing lapangan untuk dikoreksi dan perbaikan.

b. Pengukuran Karakteristik Kebisingan

Pengukuran intensitas kebisingan dilakukan di Unit produksi *Hot Strip Mill*, dengan perencanaan titik-titik pengukuran *noise countour* mempertimbangkan faktor-faktor sebagai berikut :

- 1) Membuat pemetaann garis abstrak setiap 5 meter untuk dilakukan titik pengukuran bising.
- 2) Setiap titik pengukuran dilakukan pengukuran beberapa kali untuk melihat ukuran rata-rata fluktuasi bising.
- 3) Nilai hasil pengukuran pada satu titik dilakukan rata-rata dengan menggunakan formula rata-rata bising.

c. Observasi Pemajanan Kebisingan pada Kelompok Jabatan

Observasi pemajanan kebisingan pada kelompok jabatan ditentukan berdasarkan hasil survey kebisingan pada lokasi pemetaan kebisingan (*Noise Mapping*) pada shift II yaitu pada waktu jam kerja pukul 06.00 – 14.00 dengan waktu sampling observasi pada pukul 08.00 – 14.00 dan dilakukan pada hari rabu sampai dengan jum'at. Distribusi kelompok pekerja seluruh Unit *Hot Strip Mill* sebagai berikut :

Tabel 5. Distribusi Usia Karyawan

NO	MASA KERJA	Distribusi Usia Karyawan HSM							TOTAL
		20-25 Tahun	26- 30Tahun	31-35 Tahun	36-40 Tahun	41-45 Tahun	46-50 tahun	>50 tahun	
1	≤ 5Tahun	19	2	3	2	0	0	0	26
2	6-10 Tahun	0	0	0	0	0	0	0	0
3	11-15 Tahun	0	0	2	6	4	0	0	12
4	16-20 tahun	0	0	0	1	7	2	0	10
5	21-25 Tahun	0	0	0	0	24	84	5	113
6	26-30 Tahun	0	0	0	0	0	3	5	8

7	> 30 Tahun	0	0	0	0	0	1		7
8	TOTAL	19	2	5	9	35	90	16	176

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Sejarah Singkat

Sejarah pabrik pengrolan baja lembaran panas (HSM) merupakan salah satu unit produksi PT Krakatau Steel dalam usaha perluasan produk pabrik baja terbesar di Indonesia. Pabrik ini dibangun pada tanggal 15 September 1979, kemudian diperluas pada tahun 1982 serta diresmikan pada tanggal 14 februari 1983 oleh presiden Suharto yang sekaligus mulai dioperasikan dengan kapasitas produksi 1 juta ton per tahun.

HSM merupakan unit produksi paling moderen dan baru karena sebagian besar pengontrolnya telah menggunakan komputerisasi yaitu dengan program *Mable Logic Controler*. Memiliki produk baja lembar panas yang berbentuk coil, plat dan sheet dengan ketebalan 1,8 hingga 25 mm, diperoleh dari proses pengerolan slab baja dengan pemanasan terlebih dahulu. Slab baja ini dihasilkan oleh pabrik slab baja (*Slab Steel Plan*) dan masih ditambah beberapa lagi dengan mengimpor dari luar negri sebanyak 30- 50 %.

Pada tahun 1984 telah berhasil memproduksi baja yang digunakan untuk membuat pipa Grade API L X 25 yang digunakan untuk pipa minyak bawah air yang kemudian mendapat sertifikat ISO 9002, ISO 1400 untuk lingkungan dan *Llyod certivicate* untuk pengakuan internasional terhadap kualitas produksi plat

untuk kapal. Pada tahun itu juga telah mampu melebihi batas dari kapasitas produksi.

a. Struktur Organisasi

Aktivitas pengerolan baja lembaran panas di dukung dua divisi dibawah koordinasi Sub Direktorat Produksi Pengerolan Baja. Adapun unit kerja tersebut adalah:

1) Divisi perawatan PBLP dan BK (PP III)

Divisi ini menangani masalah perawatan mesin, peralatan- perawatan dan instalasi yang dimiliki. Pada divisi ini terdapat beberapa dinas yaitu:

- a) Dinas perencanaan dan pengendalian perawatan
- b) Dinas perawatan mekanik
- c) Dinas perawatan listrik
- d) Dinas perawatan komputer proses dan instrumen
- e) Dinas utility dan *shearing line*

2) Divisi Pabrik Pengerolan Baja Lembaran Panas (HSM)

Divisi ini bertugas untuk membuat baja jenis *Hot Rolled Coil, Plate* dan *Sheet*.

Proses produksi dan fasilitas utama dari PBLP. Pada divisi ini terdapat beberapa dinas yaitu :

- a) Dinas operasi pengerolan baja lembaran panas
- b) Dinas operasi penanganan akhir material
- c) Dinas strategi pengerolan
- d) Dinas fasilitas utama pabrik baja lembaran panas

b. Sistem Kerja

1) Sistem Kepegawaian

Pada *Hot Strip Mill* (HSM) PT. Krakatau Steel terdapat dua macam status kepegawaian yaitu :

a) Karyawan Organik

Karyawan yang telah diangkat sebagai karyawan tetap dan telah memenuhi persyaratan yang telah ditentukan.

b) Karyawan Non Organik

Pegawai yang telah diangkat dalam jangka waktu tertentu, yang masuk didalamnya adalah tenaga kerja harian lepas, tenaga kerja kontrak dan tenaga kerja *outsourcing*.

2) Waktu Kerja Karyawan

Pengaturan waktu kerja di *Hot Strip Mill* (HSM) sebagai berikut :

a) Karyawan Non Shift

Waktu kerja karyawan adalah 8 jam sehari.

(1) Jam kerja di mulai pukul 08.00 sampai dengan pukul 16.30

(2) Istirahat mulai pukul 12.00 sampai dengan 13.00

Khusus hari jum'at :

(1) Jam kerja di mulai pukul 08.00 sampai dengan pukul 17.00

(2) Istirahat mulai pukul 11.30 sampai dengan 13.00

Hari Sabtu dan Minggu adalah waktu libur bagi karyawan non shift.

b) Karyawan Shift

Waktu kerja karyawan shift diatur secara bergilir 3 shift dalam 24 jam dimana masing-masing shift bekerja selama 8 jam, dengan pembagian 3 grup shift bekerja dan 1 grup libur. Waktu kerja 1 shift diperhitungkan perusahaan 7 jam kerja normal dan 1 jam diperhitungkan sebagai waktu lembur. Pembagian waktu kerja shift sebagai berikut :

- (1) Shift I : pukul 22.00 sampai dengan pukul 06.00
- (2) Shift II : pukul 06.00 sampai dengan pukul 14.00
- (3) Shift III : pukul 14.00 sampai dengan pukul 22.00

Pengaturan waktu istirahat untuk karyawan Shift tidak dialokasikan waktu khusus tetapi dilakukan secara bergiliran pada personil dalam satu kelompok kerja shift. Kondisi ini disebabkan oleh operasi pabrik yang harus berlangsung terus menerus dalam 24 jam sehingga tidak dimungkinkan untuk menyediakan waktu istirahat tertentu yang berakibat pada berhentinya proses produksi.

Selain itu terdapat juga waktu lembur dan waktu cuti karyawan. Waktu lembur dilakukan di luar waktu kerja normal atas perintah atasan yang berwenang.

Waktu cuti dibagi menjadi 2 macam, yaitu cuti tahunan dan cuti besar.

- a) Cuti tahunan yaitu masa cuti selama 12 hari kerja dalam satu periode tahun kalender dan dapat bantuan cuti satu bulan gaji.
- b) Cuti besar diberikan 4 tahun sekali dengan masa cuti 22 hari kerja dan diberikan bantuan cuti 2 bulan gaji.

c. Bahan Baku

Bahan baku utama pabrik pengrolan baja lembaran panas ini adalah slab baja hasil produksi dari divisi *Slab Steel Plan* (SSP). Apabila produk slab dari SSP belum mencukupi, perusahaan mengimport slab dengan kebutuhan mencapai 30% dari keseluruhan bahan baku pabrik ini. Adapun spesifikasi ukuran slab tersebut adalah :

- 1) Ketebalan : 200 mm (*continous casting* slab)
- 2) Lebar : 940- 2040 mm
- 3) Panjang : max 1200 mm
- 4) Berat : max 30 ton
- 5) Transfer bar : max 45 mm

Dalam ukuran panjang, slab ini dibagi dalam beberapa group antara lain:

- 1) Lngth group 1: 4500- 6000 mm
- 2) Lngth group 2: 6000- 8600 mm
- 3) Lngth group 3: 8600- 10500 mm
- 4) Lngth group 4: 10500- 12000 mm

Pengguna jenis baja HRC PTKS umumnya menyebut produk ini dengan sebutan 'baja hitam' sebagai pembeda terhadap produk baja lembaran dingin yang juga biasa dikenal sebagai 'baja putih'.

PT. Krakatau Steel juga memproduksi baja plain carbon dan baja micro-alloyed yang dapat digunakan untuk berbagai penggunaan, dari kualitas umum atau komersial hingga kualitas khusus, seperti struktur rangka baja, komponen dan rangka kendaraan bermotor, tiang pancang, komponen alat berat, fabrikasi umum, pipa dan tabung umum, pipa dan tabung untuk jalur pipa dan *casing*, tabung gas,

baja tahan korosi cuaca, bejana bertekanan, boilers, dan konstruksi kapal. Ketebalan pelat baja lembaran panas berkisar antara 1,80 hingga 25 mm, sedangkan lebarnya antara 600 hingga 2060 mm. Produk baja lembaran panas dapat diberikan dalam bentuk coil dan pelat. Kondisinya dapat berupa gulungan atau sebagai produk yang melalui proses pickling dan oiling (*hot rolled coil-pickled oiled* atau HRC-PO).

PT Krakatau Steel mampu menghasilkan baja lembaran panas berkualitas tinggi untuk penggunaan khusus. Hal ini dimungkinkan karena fasilitas dan proses kontrol *thermomekanik* dan proses *desulfurisasi* pada *Ladle furnace* dan *Rh vacuum Degushing*.

Penggunaan baja lembaran panas meliputi aplikasi-aplikasi seperti yang tercantum di bawah ini:

- 1) Konstruksi Umum & Las
- 2) Pipa & Tabung
- 3) Komponen & Rangka Otomotif
- 4) Jalur Pipa untuk Minyak & Gas
- 5) Casing & Tubing Pipa Sumur Minyak
- 6) Tabung Gas
- 7) Baja Tahan Korosi Cuaca
- 8) *Rerolling*
- 9) Konstruksi Kapal
- 10) Boiler & Pressurized Container

d. Proses Produksi *Hot Strip Mill*

Tahapan produksi yang ada di pabrik HSM secara garis besar yang dijelaskan masing-masing sebagai berikut :

1) *Reheating Furnace*

Untuk persiapan proses pengerolan, baja slab yang merupakan hasil dari Pabrik Slab Baja dimasukkan ke dalam *Reheating Furnace* dimana baja akan dipanaskan hingga mencapai temperatur sekitar 1250-1300⁰C. Proses pemanasan slab berlangsung sekitar 2 menit. Jenis *reheating furnace* yang digunakan adalah :

a. Tipe *Pusher*

Tipe ini merupakan *furnace* buatan OFU Jerman yang bekerja dengan cara mendorong slab baja hingga masuk ke tungku pembakar. Bahan bakar yang digunakan *furnace* tipe ini adalah bahan residu (HFO) dan gas alam.

b. Tipe *Walking Beam*

Tipe ini merupakan buatan *Stein* Heurley Perancis yang bekerja dengan cara mengangkat dan menggeser slab hingga masuk ke tungku pembakar. Bahan bakar yang digunakan pada *furnace* tipe *walking beam* adalah minyak diesel (LFO) dan gas alam. Tipe ini dianggap lebih baik daripada tipe *pusher* karena *furnace walking beam* masih mampu mengeluarkan slab dari tungku walaupun sudah tidak ada penambahan slab di bagian *inputnya*.

Slab yang telah dipanaskan silih berganti keluar dari kedua *furnace*. Proses pemanasan tidak merubah bentuk slab namun dengan suhu tersebut slab mudah untuk dilakukan penipisan. Slab kemudian dilewatkan pada *water descaler*, yang berfungsi untuk menghilangkan *scale* pada permukaan slab panas.

Dengan menggunakan *hot roller table*, slab panas kemudian dipindahkan menuju *Sizing Press*.

2) *Sizing Press*

Setelah slab dipanaskan dalam *reheating furnace* dan sebelum memasuki mesin pengerolan, slab tersebut mengalami proses perubahan dimensi lebar dan panjangnya. Slab tersebut dimasukkan ke dalam mesin *Sizing Press* dimana slab tersebut akan ditekan pada kedua bagian sampingnya sehingga lebar dan tebal slab akan mengalami perubahan dimensi. Proses penekanan yang dilakukan terhadap sisi samping slab yang berprinsip sama dengan proses tempa. Hal ini berguna agar struktur atom baja menjadi lebih kuat sebelum dilakukan penipisan. Sehingga dimensi slab pun berubah menjadi lebih padat dan tebal. Setelah melalui tahap *Sizing Press*, slab yang masih berpijar menuju unit *Roughing Mill* dengan diantarkan menggunakan *hot roller table*.

3) Proses Pengerolan

Proses pengerolan meliputi dua tahap, yaitu *roughing section* pada tahap pertama dan *finishing section* pada tahap kedua. Perbedaan pada kedua proses ini adalah pada tahap *roughing* tidak diperlukan ketelitian ketebalan yang presisi sedangkan pada tahap *finishing* diperlukan ketelitian ketebalan yang presisi.

(a) *Roughing Section*

Pada proses ini terjadi reduksi slab dari ketebalan 200-300 mm menjadi 22-40 mm. Pada *Roughing Section* ini juga dilengkapi beberapa unit alat penunjang, yaitu antara lain :

- (1) *Side guide* untuk mengatur posisi slab agar tepat masuk pada saat proses pengerolan.
- (2) *Coble pusher* untuk mendorong slab jika terjadi *coble*.
- (3) *Thermo panel* untuk mempertahankan suhu baja selama perjalanan dari *Roughing mill* ke *finishing mill* dengan temperatur sebesar 1100⁰C.
- (4) *Photo cell* untuk memberi signal kepada alat-alat kendali dengan monitor, interlock system untuk kekontinuan proses.
- (5) *Water descaler* untuk menghilangkan *scale* pada slab semprot air bertekanan tinggi. Cara kerja dari *water descaler* adalah menyemprotkan air dengan tekanan tinggi (±180 bar) yang bervariasi di tiap tempat sesuai kebutuhannya.
- (6) *Working roller table* dan *delay roller table*.

Proses *Roughing* merupakan proses awal penipisan slab baja. Slab yang masih berpijar dengan perlahan-lahan ditipiskan dengan cara slab yang masih berpijar dilewatkan pada mesin pengerolan sebanyak sembilan kali. Ketebalan akhir dari penipisan ini sekitar 22-38 mm.

(b) *Finishing Section*

Pengerolan ini dilakukan secara kontinu, slab dari *Roughing Mill* direduksi kembali hingga ketebalan 1,8-2,5 mm.

Jenis Mill adalah 6 stand dimana diantara tiap-tiap stand-stand di beri *looper* agar tidak terjadi tegangan pada slab paa saat proses *Finishing*. Slab yang masih berpijar mengalami penipisan lanjut pada unit ini. Dengan cara perlahan slab dilakukan penipisan, sama seperti paada unit *Roughing Mill* namun pada proses *finishing* penipisan dilakukan dengan menggunakan enam buah stand. Agar keenam buah unit stand tidak cepat panas maka pada prosesnya dilakukan penyemprotan air di tiap stand.

Pada *finishing section* ini juga dilengkapi beberapa unitalat penunjang, yaitu antara lain :

- (1) *Crop shear* untuk memotong kepala dan ekor slab sebelum masuk ke *pinch roll* yang diakibatkan oleh bentuk slab yang tidak rata. Beberpa bentuk yang tidak rata tersebut dapat berupa melengkung ke bawah (*sky down*), melengkung ke atas (*sky up*), *operating side*, dan *drive side*.
- (2) *Side guide* untuk menerima slab dari *side guide*, membuka dan menutup sesuai lebar slab.
- (3) *Conveyor scrap* untuk mengangkat bucket yang telah penuh dengan potongan kepala dan ekor slab.
- (4) *Pinch roll* untuk meratakan slab yang telah dipotong *crop shear*.
- (5) *Swivel* untuk menyamakan gap antara *operating side* dan *drive side* pada setiap stand secara manual.

- (6) *Strip measuring* untuk mengontrol tebal dan lebar strip (slab baja yang telah berbentuk tipis siap untuk penggulungan).
- (7) *Laminar water cooling* untuk mendinginkan strip sehingga tercapai temperatur penggulungan yang sesuai. Cara pendinginan *laminar cooling* dilakukan dengan penyiraman pada permukaan strip di atas roll secara merata. Selain sebagai pendingin, alat ini juga berfungsi untuk melapisi permukaan strip dari kemungkinan terjadinya korosi.
- (8) *Delivery table* untuk menghantarkan strip dari *finishing mill* menuju *coiller*. Strip dihantarkan dengan kecepatan yang tinggi agar suhu strip tetap pada kisaran 600⁰C.

(c) Proses penggulungan

Proses ini merupakan proses terakhir dimana strip yang telah keluar dari *finishing mill* akan masuk kedalam *down coiler*. Lembaran baja (strip) yang masih panas dengan cepat dihantarkan menuju *coiller* sehingga menimbulkan suara yang cukup keras ketika tepat akan dihantarkan menuju *coiler* sehingga menimbulkan suara yang cukup keras ketika tapat akan dilakukan penggulungan. Gulungan baja yang dihasilkan dapat mencapai berat hingga 30 ton dengan suhu akhir yang tinggi.

4) *Shearing Line*

Berfungsi sebagai proses lanjutan terhadap bahan *hot rolled coil*. Produksi baja telah diproses di *shearing line* dan *hot skin pass mill* banyak digunakan di bidang industri konstruksi, perkapalan, pipa dan sebagainya. *Shearing Line* di PT. Krakatau Steel dibagi menjadi tiga bagian yang masing-masing memiliki proses tersendiri.

(a) Shearing Line I

Shearing Line I untuk memproduksi plat dengan ketebalan 4-25 mm dan lebar 600-2.000 mm, panjang 1.500-12.000 mm serta kapasitas mesin sebesar 200.000 ton per tahun. Proses awal pada shearing line I adalah *pay of reel*, yaitu gulungan plat baja mulai dibuka kembali. Kemudian plat baja yang berukuran panjang tersebut dilakukan pemotongan dengan panjang tertentu. Masuk menuju *leveller* dimana terjadi proses pelabelan dan pembersihan scale menggunakan gas. Kemudian plat baja yang telah siap pakai disusun dengan rapi pada unit ini. Tumpukan plat baja yang dihasilkan memiliki berat tidak lebih dari 5 ton.

(b) Shearing Line II

Shearing line II memiliki kemampuan memproses plat dengan tebal 2-10 mm dan memiliki kapasitas produksi 160.000 ton per tahun. Adapun proses shearing line II adalah :

- (1) Recoiling*, penggulungan ulang dengan tujuan perbaikan bentuk gulungan dan untuk melakukan pembagian berat coil. Proses recoil ini memiliki kemampuan tebal 2-10 mm dengan lebar 600-2.000 mm

- (2) *Slitting*, pembelahan coil dengan tujuan membelah coil sepanjang coil. Hal ini biasanya digunakan untuk pembuatan pipa dan H beam. Kemampuan proses slitting adalah plat dengan ketebalan 2-8 mm dan lebar 10-1.000 mm.
- (3) *Sheet*, pemotongan plat. Proses sheet ini memiliki kemampuan proses plat dengan ketebalan 2-8 mm, lebar 600-2.000 mm dan panjang 1250-6.000 mm.

Pada Shearing Line II secara prinsip tidak jauh beda dengan shearing line I. Namun pada SL II plat baja yang diproses memiliki dimensi yang lebih kecil dibandingkan dengan SL I.

(4) *Hot Skin Pass Mill*

Adalah suatu mesin yang memiliki kemampuan untuk memperbaiki kualitas permukaan strip. Kemampuan proses di *skin pass mill* dengan tebal 1,2-7 mm dan lebar 600-1550 mm. Permukaan strip baja yang kurang bagus akan diproses sehingga hasilnya permukaan baja akan lebih halus. Pada unit ini dilakukan pula pemotongan pada ujung-ujung strip karena pada kedua ujung permukaan strip sudah tidak bisa diperhalus lagi.

2. Faktor Lingkungan Kerja HSM

Berdasarkan data sekunder tahun 2009, Divisi Pabrik Pengerolan Baja Lembaran Panas PT. Krakatau Steel memiliki beberapa faktor lingkungan kerja berdasarkan lokasi tempat kerja, yaitu kebisingan, debu, tekanan panas, radiasi sinar ultraviolet, berdasarkan data sekunder identifikasi *Environmental Hazard* Pabrik Pengerolan Baja Lembaran Panas adalah sebagai berikut :

Tabel 6. *Enviromental Hazard Hot Strip Mill*

No	Area Kerja	Proses/Kegiatan Kerja	Kegiatan Tenaga Kerja	Faktor Lingkungan Kerja	Resiko penyakit akibat kerja	Pencegahan dan APD
1	<i>Slab Yard</i>	Penanganan Slab (angkat/angkut slab)	<ul style="list-style-type: none"> • Mengoperasikan crane/trailer • Pengecakan slab&adm penerimaan slab • Pelayanan pengerolan 	<ul style="list-style-type: none"> • Debu • Tekanan Panas 	<ul style="list-style-type: none"> • Alergi • Heat Streas, miliaria 	<ul style="list-style-type: none"> • Pemakaian APD (masker&helmet) • Pemeriksaan kesehatan berkala • Pembinaan • Penyediaan air minum • Pemberian extravoeding
2	<i>Furnace</i>	Proses pemanasan slab di reheating furnace (temp.kerja:1250-1300°C)	<ul style="list-style-type: none"> • Memasukan slab ke reheating furnace (pulpit pusher) • Mengoperasikan proses pemanasan di pulpit • Pembersihan scale di furnace 1x/1shift • Perbaikan,perawatan,pemeriksaan alat 	<ul style="list-style-type: none"> • Panas/suhu tinggi • Bising • Sinar inframerah/ultraviolet • Fume • Radioaktif • Kimia (gas alam,HFO/residu) 	<ul style="list-style-type: none"> • Heat Stress, miliaria • Tuli akibat bising • Katarak,conjungktivitas • Metal fume fever • Kanker • Keracunan 	<ul style="list-style-type: none"> • Isolasi tenaga kerja (pulpit) • Pemakaian APD(tutup telinga,tameng muka,sarung tangan,apron,kacamata cobalt, film badge,masker. • Pemeriksaan kesehatan berkala • Pembinaan • Penyediaan air minum 2lt/hari • Pemberian extravoeding
3	<i>Sizing Press</i>	Reduksi lebar slab	<ul style="list-style-type: none"> • Mengoperasikan panel sizing press • Penggantian dies • Perbaikan,perawatan,pemeriksaan alat 	<ul style="list-style-type: none"> • Panas/suhu tinggi • Bising • Sinar inframerah/ultraviolet • fume 	<ul style="list-style-type: none"> • Heat stress,miliaria • Tuli akibat bising • Katarak,conjungktivitas • Metal fume fever 	<ul style="list-style-type: none"> • Isolasi tenaga kerja(Pulpit) • Pemakaian APD(tutup telinga,masker) • Pemeriksaan kesehatan berkala • Pembinaan • Penyediaan air minum 2lt/hari

Bersambung

						Pemberian extravoeding
4	<i>Roughing Mill</i>	Mereduksi tebal slab baja dengan pengerolan bolak-balik(temperatur rolling:1100 ⁰ C)	<ul style="list-style-type: none"> • Mengoperasikan panel di pulpit • Untuk rooling & crop shear • Ganti roll • Perbaikan,perawatan,pemeriksaan alat 	<ul style="list-style-type: none"> • Panas/suhu tinggi • Bising • Sinar inframerah/ultraviolet • Fume 	<ul style="list-style-type: none"> • Heat stress,miliaria • Tuli akibat bising • Katarak,conjungtivitis • Metal fume fever 	<ul style="list-style-type: none"> • Isolasi tenaga kerja(Pulpit) • Pemakaian APD(tutup telinga,masker) • Pemeriksaan kesehatan berkala • Pembinaan • Penyediaan air minum 2lt/hari • Pemberian extravoeding
5	<i>Finishing Mill</i>	Mereduksi tebal slab dengan pengerolan kontinyu(temperatur rolling: 850-900 ⁰ C)	<ul style="list-style-type: none"> • Mengoperasikan panel di pulpit untuk rolling & water descaler,laminar cooling • Ganti roll • Perbaikan,perawatan,pemeriksaan alat 	<ul style="list-style-type: none"> • Panas/suhu tinggi • Bising • Sinar inframerah/ultraviolet • Fume • Radioaktif 	<ul style="list-style-type: none"> • Heat stress,miliaria • Tuli akibat bising • Katarak,conjungtivitis • Metal fume fever • Kanker 	<ul style="list-style-type: none"> • Isolasi tenaga kerja(Pulpit) • Pemakaian APD(tutup telinga,masker) • Pemeriksaan kesehatan berkala • Pembinaan • Penyediaan air minum 2lt/hari • Pemberian extravoeding
6	<i>Down Coiler</i>	Penggulungan slab tipis/strip menjadi coil (temperatur rolling :600 ⁰ C)	<ul style="list-style-type: none"> • Mengoperasikan panel di pulpit untuk penggulungan strip • Memberi tanda/nomer pada coil • Perbaikan,perawatan pemeriksaan alat,penyetelan gap,ganti 	<ul style="list-style-type: none"> • Panas/suhu tinggi • Bising • Fume 	<ul style="list-style-type: none"> • Heat stress,miliaria • Tuli akibat bising • Metal fume fever 	<ul style="list-style-type: none"> • Isolasi tenaga kerja(Pulpit) • Pemakaian APD(tutup telinga,masker) • Pemeriksaan kesehatan berkala • Pembinaan • Penyediaan air minum 2lt/hari • Pemberian extravoeding

Sambungan

			rol, pelumasan			
7	<i>Shearing Line/HSP M</i>	Pemotongan Strip, penggulangan ulang strip, silting	<ul style="list-style-type: none"> • Mengoperasikan panel di feed stock, cross cut, piller • Penggantian pisau stand • Perbaikan, perawatan, pemeriksaan alat 	<ul style="list-style-type: none"> • Bising • Debu 	<ul style="list-style-type: none"> • Tuli akibat bising • Alergi debu 	<ul style="list-style-type: none"> • Isolasi tenaga kerja (Pulpit) • Pemakaian APD (tutup telinga, masker) • Pemeriksaan kesehatan berkala • Pembinaan • Penyediaan air minum 2lt/hari • Pemberian extravoeding
8	RTS/roll shop	Perbaikan roll	<ul style="list-style-type: none"> • Menggerinda roll • Bongkar pasang roll 	<ul style="list-style-type: none"> • Grease • Gram (debu besi) 	<ul style="list-style-type: none"> • Gangguan kulit 	<ul style="list-style-type: none"> • Pemeriksaan kesehatan berkala • Lantai diberi bantalan kayu • Pemakaian APD (sarung tangan, goggles)
9	WTP	Pengelolaan air industri	<ul style="list-style-type: none"> • Mengoperasikan panel di pulpit • Mengoperasikan kompressor, boiler • Mencampur bahan kimia 	<ul style="list-style-type: none"> • Bising • Kimia 	<ul style="list-style-type: none"> • Tuli akibat bising • Keracunan • Iritasi 	<ul style="list-style-type: none"> • Isolasi tenaga kerja (pulpit) • Isolasi bahan kimia • Pemakaian APD (tutup telinga, respirator) • Pemeriksaan kesehatan berkala • Pembinaan • Penyediaan air minum 2lt/hari • Pemberian extravoeding

Hasil pengukuran faktor lingkungan kerja berdasarkan data sekunder tahun 2009 adalah sebagai berikut :

Tabel 7. Faktor Lingkungan Kerja *Hot Strip Mill*

No	Area Kerja	Intensitas Bising (dB)	Kadar Debu Ambient (mg/m ³)	ISBB Dalam (°C)
1	Boiler	87,3	-	28,1
2	Area WTP	88	-	29,1
3	Furnace	86,9	-	30
4	Sizing	88,6	-	27,5
5	Roughing	91,7	2,2	29
6	Finishing	90,6	1,8	29,8
7	Coiller	85,3	-	29,4
8	Pengikatan Coil	76,8	-	30,3
9	Shearing Line 2	86,7	1,9	28
10	HSPM	86,4	-	27,95

Sumber : Data Sekunder 2009, PT. Krakatau Steel

Kebisingan yang timbul dalam suatu industri, pada umumnya disebabkan oleh suara-suara yang dihasilkan oleh proses produksinya sendiri, terutama mesin-mesin produksi. Selain itu, kebisingan yang timbul dapat juga bersumber dari berbagai aktifitas pendukung proses produksi. Begitu pula kebisingan yang terjadi di Pabrik Pengerolan Baja Lembaran Panas PT. Krakatau Steel.

Potensi bahaya dari setiap bagian produksi Pabrik Pengerolan Baja Lembaran Panas berbeda-beda, tergantung dari lokasi dan aktivitas yang dilakukan dalam bagian tersebut. Pada setiap bagian produksi hampir semuanya berpotensi menimbulkan kebisingan.

3. Potensi Kebisingan di *Hot Strip Mill*

Berbagai potensi kebisingan yang ditimbulkan pada mesin-mesin produksi di Unit *Hot Strip Mill* adalah sebagai berikut :

Tabel 8. Potensi Kebisingan *Hot Strip Mill*

No	Lokasi	Sumber bising	Jenis Bising
1	Furnace	Proses furnace (blower, pompa hidrolik, dan exhaust fun furnace)	Kontinyu
2	Sizing Press	Proses reduksi awal ketebalan	Kontinyu
3	Roughing	Water Descaler	Kontinyu
4	Finishing	Proses reduksi akhir ketebalan	Kontinyu
5	HSPM	Proses pelevelan plat, pemotongan head end dan tail end	Kontinyu
6	SL 1	Proses pemotongan plat dan penumpukan (menjatuhkan plat ke bak scarp dan pillar)	Kontinyu
7	SL II	Proses sliting (coil dibelah menjadi beberapa bagian 2/3), proses penggulungan.	Kontinyu

4. Noise Contour

Pemetaan intensitas kebisingan pada aera lokasi pengukuran dengan rentang jarak antara satu titik dengan titik terdekatnya setiap 5 meter di area furnace sampai dengan area laminar cooling, hasil pemetaan dapat dilihat pada lampiran.

5. Noise Dose

Dari hasil pengukuran intensitas kebisingan rata-rata dengan perhitungan matematika *Noise formula* dan durasi pemajanan (frekuensi X waktu) dilakukan

kalkulasi ekuivalen besarnya dosis kebisingan yang diterima karyawan selama 8 jam kerja (*Noise Dose*) serta perhitungan ekuivalen total intensitas bising yang diterima dengan asumsi terpajan terus menerus dalam 8 jam kerja (*Time Weighted Average = TWA-8*).

Penentuan tingkat resiko bising (lingkungan) mengacu pada klasifikasi risiko (*risk class*) menurut standard *National Fire Protection Agency* (NFPA) dan *Health Risk Management* dengan urutan tingkat risiko *Very Low, Low, Medium, High, Very High (Extreem)* serta klasifikasi pemajanan bising menurut kriteria NIOSH yang membagi periode tingkat kebisingan dalam 3 dB (*exchage rate*). Hasil penelitian dari *National Institute Occupational Safety and Health* (NIOSH), *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA), *International Standard Organization* (ISO) dan *Environmental Protection Agency* (EPA) menunjukkan tingkat risiko paling aman dan tidak ditemukan resiko *Noise Induced hearing Loss* (NIHL) pada pemanajan 8 jam perhari < 80 dB. Ketentuan dalam standar internasional bising tersebut digunakan untuk menentukan tingkat resiko bising (resiko lingkungan).

Hasil perhitungan *Noise Dose* dan TWA-8 Noise sebagai berikut:

Tabel 9. Hasil Perhitungan *Noise Dose*

NO	SAMPEL	JABATAN	MASA KERJA	UMUR	NOISE DOSE	TWA-NOISE	Resiko Lingkungan
1	Sampel 1	SF Operasi Pengerolan Awal	25	50	49,7%	82,0 dBA	Medium
2	Sampel 2	Opr Crop Shear	3	23	53,3%	82,3 dBA	Medium
3	Sampel 3	SF Operasi Pengerolan Akhir	23	45	54,2%	82,3 dBA	Medium
4	Sampel 4	Opr Charger & Discharger	21	43	44,9%	81,5 dBA	Medium
5	Sampel 5	Opr Utama Dapur	25	49	44,9%	81,5 dBA	Medium

6	Sampel 6	Opr Utama Dapur	22	48	44,9%	81,5 dBA	Medium
7	Sampel 7	SF Operasi Dapur	25	50	46,2%	81,6 dBA	Medium
8	Sampel 8	SF Operasi Pengerolan Awal	23	46	48,7%	81,9 dBA	Medium
9	Sampel 9	Opr Charger & Discharger	3	22	45,1%	81,5 dBA	Medium
10	Sampel 10	SF Operasi Dapur	26	48	45,1%	81,5 dBA	Medium
11	Sampel 11	Opr Utama Pengerolan Awal	20	43	50,8%	82,1 dBA	Medium
12	Sampel 12	Opr SP & RM	20	44	44,8%	81,5 dBA	Medium
13	Sampel 13	Opr Crop Shear	3	24	45,5%	81,6 dBA	Medium
14	Sampel 14	Opr Utama Pengerolan Akhir	20	45	45,2%	81,5 dBA	Medium
15	Sampel 15	Opr Laminar Cooling	3	23	45,7%	81,6 dBA	Medium

6. Hearing Conservation Program di PT. Krakatau Steel

Program perlindungan kesehatan diperlukan untuk mengendalikan dampak negatif faktor lingkungan kerja terhadap kesehatan karyawan. *Hearing Conservation Program* (HCP) adalah suatu program khusus perlindungan resiko kesehatan akibat pemajanan kebisingan di tempat kerja.

Adapun program konservasi pendengaran (HCP) yang dilaksanakan di PT. Krakatau Steel adalah :

a. Survey dan monitoring kebisingan

Pemantauan kebisingan dilakukan secara internal secara periodik setiap 6 bulan sekali. Hasil pengukuran dikomunikasikan pada unit kerja terkait sebagai dasar dalam pelaksanaan pengawasan rutin oleh sekretaris sub P2K3 atau *safety plant (safety patrol)* yang bersangkutan serta perencanaan perbaikan tahunan.

b. Seleksi kesehatan pekerja di lingkungan bising

Sebelum calon karyawan diterima dan dipekerjakan pada tempat kerja bising, karyawan harus memenuhi persyaratan kesehatan pendengaran yaitu ambang pendengaran dalam batas normal, tidak ada kelainan pendengaran dan tidak memiliki kebiasaan di luar perusahaan yang dapat memperburuk risiko yang menetap dilakukan pengendalian administrasi, seperti : rotasi kerja atau rehabilitasi medis.

c. Monitoring audiometri dan database pendengaran

Berdasarkan hasil pemantauan dan survey kebisingan ditetapkan daftar karyawan yang terpajan di lingkungan bising oleh divisi K3LH dan unit kerja terkait (Tim SMKS, Safety Plant, dan Sekretaris Sub P2K3). Daftar pekerja di lingkungan bising tersebut di lakukan pemeriksaan khusus audiometri untuk mengetahui perubahan ambang dengar terhadap kondisi awal bekerja (baseline Audiogram).

d. Program pengendalian lingkungan bising

Program pengendalian kebisingan terdiri dari :

- 1) Program divisi K3LH yang dirancang untuk seluruh unit kerja atau unit kerja khusus, seperti program konservasi pendengaran (HCP), monitoring kebisingan, pemeriksaan audiometri, rekomendasi Divisi K3LH, pengawasan dan pembinaan.
- 2) Program perbaikan Sistem Manajemen Krakatau Stell (SMKS) tahunan bidang Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja dan ISO

140001 yang disusun berdasarkan registrasi bahaya dari unit kerja yang terkait.

- 3) Program maintenace dari Divisi terkait, yaitu perawatan instalasi dan pesawat produksi (*preventive maintance and overhole*), perawatan control room dan ruangan isolasi sumber kebisingan (*motor house* dan *hidrolic room*), modifikasi proses dan desain (*engenering control*)
- 4) Pengendalian administrasi lainnya, seperti *safety work permit*, SOP/TSE/TSM, akses terbatas (*authorized anly area*), *safety sign*, *safety poster*, dll.

e. Alat pelindung diri

Perusahaan memberikan *ear plug* dan *ear muff* dalam jumlah yang memadai dengan kontinuitas pengadaan yang terjamin pada seluruh pekerja di lingkungan bising atau orang yang memasuki lingkungan bising.

f. Sosialisasi program konservasi pendengaran (HCP) pada pekerja

Materi sosialisasi program konservasi pendengaran yang ditujukan pada kelompok karyawan dengan resiko gangguan pendengaran seperti NIHL, *Trauma Acoustic*, Tuli perseptif, Tuli konduktif adalah sebagai berikut :

- 1) Resiko kebisingan terhadap pendengaran.
- 2) Resiko kebisingan terhadap kesehatan lainnya

- 3) Profil kebisingan di tempat kerja
- 4) Program pengendalian administrasi dan engineering control kebisingan
- 5) Kebijakan perusahaan tentang pengaturan rotasi kerja dan mutasi kesehatan.
- 6) Kriteria sasaran program dan tata laksana pemeriksaan audiometri
- 7) Rekomendasi kesehatan dan tindak lanjut pada karyawan dengan indikasi ketulian akibat bising.
- 8) Pelaksanaan program konservasi pendengaran (HCP)

g. Penelitian kebisingan

Untuk mengetahui efektifitas kebisingan dan tingkat pengaruh kebisingan terhadap kesehatan karyawan, PT. Krakatau Steel bekerjasama dengan lembaga profesional dan tenaga ahli untuk melakukan riset kesehatan. Beberapa riset yang sudah dilakukan adalah : model intervensi risiko ketulian akibat kerja, penilaian efektifitas alat pelindung telinga, tingkat penurunan daya dengar pekerja di lingkungan bising, dll.

7. Program Pengendalian Lingkungan Bising

Program pengendalian yang sudah terdapat pada Unit Hot Strip Mill adalah sebagai berikut :

Tabel 10. Hirarki Pengendalian Kebisingan

No	Hirarki Pengendalian	Pengendalian yang di Lakukan
1	Eliminasi	-
2	Substitusi	-

3	<i>Engenering Control</i>	1. <i>Preventif Maintenace</i> 2 minggu sekali
		b. Persyaratan kebisingan pada tahap design dan <i>commisioning revitalisasi</i> mesin <i>sizing press</i>
		c. Pemberian peredam bising ruangan kantor yang berdekatan dengan <i>production line</i>
		d. Design atap bangunan yang menghambat penyebaran bising pada lingkungan
		e. <i>Safety Factory</i>
4	Isolasi	1. Isolasi tenaga kerja pada <i>control room</i> atau pulpit <i>Hot Strip Mill</i> dengan desain memenuhi <i>Noise Criteria</i>
		2. Isolasi sumber bising pada intalasi <i>Power Station</i> dan instalasi Boiler
4	Administrasi	1. Sistem <i>Automatisasi Control Proses</i> dari <i>control room</i> menyebabkan durasi kebisingan rendah
		2. Monitoring Kebisingan
		3. Pemetaan kebisingan
		4. Pemeriksaan Audiometri
		5. Pengawasan K3
		6. Registrasi K3
		7. Program Perbaikan K3
		8. <i>Job Safety Analisis</i>
		9. Rambu kebisingan
		10. Sosialisasi HCP
		11. Penelitian kebisinga
	Sambungan	Bersambung
5	Alat Pelindung Diri	Penyediaan <i>Ear Plug</i>

B. Pembahasan

1. Analisa Faktor Lingkungan Kerja *Hot Strip Mill*

Dari data sekunder, intensitas kebisingan yang tertinggi terjadi pada area *Roughing*, kemudian di ikuti pada area *Finishing*, *WTP*, Boiler, *Shearing Line 2*, *Furnace*, *Hot Skin Pass Mill*, *Coiller*, dan intensitas kebisingan yang rendah pada

area pengikatan coil. Sedangkan dari data sekunder debu ambient secara keseluruhan di area kerja masih dibawah Nilai Ambang Batas karena secara *engenering* tidak terdapat proses produksi yang menghasilkan debu ambient. Kadar debu di tempat kerja dimungkinkan bersumberr dari debu fugitive akibat aktifitas transportasi slab, sebaran debu dari *stell melting* atau dispersi uap air pada proses *Roughing* yang dimungkinkan mengandung *skill* dari permukaan slab baja.

2. Analisa Karakteristik Kebisingan

Dari tahapan proses *Furnace* hingga *Laminar Cooling* kebisingan tertinggi terjadi pada proses *Roughing* kemudian tren kebisingan menurun pada proses *Sizing – Finishing – Furnace – Laminar Cooling*.

Pada proses *Roughing* merupakan sumber kebisingan utama, yang terjadi pada saat mereduksi ketebalan dan kelebaran transfer bar yang terjadi pertama kali. Pada proses *Roughing* merupakan sumber kebisingan yang paling tinggi dan utama, yang merupakan proses awal penipisan slab baja, yang terjadi pada *water descaler* untuk menghilangkan *scale* pada slab semprot air bertekanan tinggi. Sumber kebisingan lain dapat berasal dari proses lain, misalnya : proses *sizing press*, proses pada saat slab terbentur, *roll table*.

3. Pemetaan Kebisingan (Noise Mapping)

Pemetaan kebisingan hasil pengukuran intensitas kebisingan (SPL) dimaksudkan untuk :

- a. Menentukan lokasi kerja bising untuk upaya pengendalian kebisingan.
- b. Menentukan tenaga kerja yang perlu diberikan alat proteksi pendengaran.

- c. Acuan dalam program monitoring kebisingan dan pemasangan rambu-rambu keselamatan kerja.
- d. Untuk mengurangi pemajanan pekerja di lokasi kebisingan tersebut.
- e. Sarana informasi pada tenaga kerja dan orang lain yang akan memasuki tempat kerja bising (area kerja terbatas).

Sebaran dan gambar pemetaan kebisingan dapat dilihat pada lampiran.

4. Analisa Noise Dose

Dari data hasil pengukuran dan perhitungan *noise dose* terdapat 15 sampel yang digunakan, dan tidak terdapat karyawan yang nilai *noise dose*-nya 100 %. Untuk karyawan yang nilai *noise dose*-nya lebih dari 50 % hanya terdapat tiga orang karyawan. Dari 15 sampel semuanya termasuk dalam kategori resiko medium.

5. Penilaian Program Konservasi Pendengaran (HCP) di Hot Strip Mill

Untuk penilaian program HCP mengikuti sumber dari NIOSH tahun 1996, yaitu mengenai :

- a. Identifikasi awal dan prosedur pemeriksaan tahunan.
- b. Penilaian dari *noise dose* dan *noise monitoring*.
- c. Program pengendalian *engineering* dan administratif.
- d. *Evaluasi audiometri* dan monitoring.
- e. Penggunaan APD, jenis APD terhadap kebisingan.
- f. Edukasi dan motivasi pekerja.
- g. Pencatatan.

h. Program keefektifan HCP

6. Analisa Program Pengendalian Kebisingan di *Hot Strip Mill*

Pengendalian kebisingan merupakan hal yang selalu diperhatikan oleh PT. Krakatau Steel. Dalam melakukan pengendalian kebisingan, Divisi K3LH melalui Dinas Hyperkes melakukan suatu evaluasi terhadap hasil pengukuran kebisingan di seluruh pabrik PT. Krakatau Steel. Termasuk di dalamnya pabrik *Hot Strip Mill*.

Usaha-usaha untuk meminimasi dampak dari kebisingan banyak dilakukan oleh dinas ini bekerja sama dengan yang berkepentingan di suatu area pabrik. Dalam usahanya perlu diperhatikan juga hal-hal non teknis yaitu berupa dana, keefisienan pengendalian dan keefektifan pengendalian yang telah dilakukan. Pengendalian kebisingan yang telah dilakukan di *Hot Strip Mill* adalah sebagai berikut :

a. *Engeneering Control*

Engeneering control atau pengendalian secara teknis yang dilakukan oleh PT. Krakatau Steel diantaranya mencakup modifikasi alat produksi, perawatan mesin secara berkala, desain peralatan produksi dan menggunakan fondasi mesin yang baik. Peralatan produksi yang digunakan di *Hot Strip Mill* rata-rata telah berumur 26 tahun dan merupakan teknologi *Schloeman Siemag* dari Jerman dan kemudian sebagian diperbarui kembali sekitar tahun 1998. Perusahaan pada tahun 2011 merencanakan mengembangkan kapasitas produksi HSM (program revitalisasi) dengan menggunakan teknologi Itali. Persyaratan *noise criteria* sudah

dimasukan dalam tahap desain sehingga "baseline noise mesin" direncanakan sejak dini tidak menimbulkan bising yang ekstrim.

Maka untuk desain peralatan produksi dan fondasi mesin pada peralatan produksi utama sudah dibuat sejak lama. Desain peralatan produksi yang digunakan adalah bentuk sistem perpipaan. Sistem perpipaan di *Hot Strip Mill* tidak memiliki sambungan siku-siku melainkan suatu sambungan perpipaan yang melengkung. Dengan adanya sambungan yang demikian maka kebisingan dapat terminimasi karena mengurangi gerak turbulen pada fluida. Jika suatu fluida mengalami turbulen maka akan terbentuklah getaran sebagai akibat dari benturan antar partikel dalam fluida sehingga akibat dari getaran dapat menimbulkan suara.

Kemudian pada penggunaan fondasi mesin, dilakukan terhadap mesin-mesin yang berukuran kecil dan tidak mengalami pemanasan akibat proses pembuatan strip. Fondasi menggunakan damping semacam isolator agar getaran-getaran yang ditimbulkan mesin tidak bersebtuhan langsung dengan lantai sehingga getaran dapat terminimasi.

Penggunaanya dapat mengurangi intensitas suara hingga dBA pada rentang frekuensi 75-600 Hz.

Perawatan mesin yang bersifat preventif maintenance di pabrik *Hot Strip Mill* di lakukan terjadwal. Bertujuan utama agar mesin dapat berfungsi normal dan mencegah timbulnya masalah dalam proses produksi dan over vibration. Perawatan dilakukan minimal setiap minggu sekali.

Modifikasi alat dilakukan selain untuk menambah produktifitas alat juga untuk mengurangi dampak bahaya dari peralatan tersebut. Modifikasi yang

digunakan pada peralatan *roller table* dan *pillar*. Pada kedua alat tersebut dilakukan penambahan alas berbahan teflon dan permukaan alat. Dengan adanya alas tersebut kebisingan yang terjadi di *pillar* dapat dikurangi karena karet yang digunakan dapat meredam getaran ketika plat baja dijatuhkan.

Desain atap bangunan pabrik dimungkinkan terjadinya hambatan penyebaran bising pada lingkungan di luar pabrik dan menghilangkan efek resonansi suara. *Lay out* perkantoran dan *control room* pada posisi samping *line production* berfungsi sebagai barier penyebaran bising keluar pabrik.

b. Administrative Control

Dalam pengendalian secara *administrative* usaha yang dilakukan PT. Krakatau Steel diantaranya adalah *Sistem Automatisasi Control Proses* dari *control room* menyebabkan durasi pemajanan kebisingan rendah, Monitoring Kebisingan secara periodik, Pemetaan kebisingan, Pemeriksaan kesehatan dan Audiometri secara berkala, Identifikasi potensi bahaya yang didokumentasikan pada Registrasi K3, *surveillance* kebisingan untuk mengetahui level resiko bahaya bising terhadap karyawan (*Noise Dose* dan *TWA-8 Noise*), Penelitian Kebisingan yang bertujuan untuk mendapatkan program pengendalian kebisingan yang efektif dilaksanakan di tempat kerja, Program perbaikan K3 dalam menurunkan resiko kebisingan di tempat kerja (SMK3), *Job Safet Analysis* dalam rangka menyusun prosedur kerja (SOP) yang aman, Pengawasan K3 yang bertujuan untuk mengidentifikasi penyimpangan secara dini yang perlu ditindaklanjuti dengan program perbaikan K3, pemasangan rambu kebisingan sebagai upaya pembinaan

dan peringatan bagi tenaga kerja yang memasuki tempat tersebut untuk melengkapi diri dengan perlengkapan keselamatan kerja yang diwajibkan, Sosialisasi HCP yang bertujuan agar tenaga kerja secara sadar melaksanakan perlindungan pendengaran sesuai dengan program dan syarat syarat K3 yang wajib ditaati, serta pengaturan jam kerja yang bertujuan untuk mendapatkan nilai dose dibawah 80 %.

Distribusi rambu K3 di *Hot Strip Mill* adalah sebagai berikut :

Tabel 11. Distribusi Rambu K3 di *Hot Strip Mill*

No	Lokasi	Jenis Rambu yang ada
1	Furnace	<ul style="list-style-type: none"> • Rambu memakai ear plug • Tanda bahaya bising • Tanda bahaya sentuhan panas • Rambu tanda memakai kaca mata
2	Sizing Press	<ul style="list-style-type: none"> • Rambu memakai ear plug
3	Roughing	<ul style="list-style-type: none"> • Rambu memakai ear plug
4	Finishing	<ul style="list-style-type: none"> • Tanda hati-hati • Rambu bahaya radiasi

Pengendalian dan minitoring proses produksi dilakukan pada pulpit dan *control room* yang berfungsi juga sebagai sistem isolasi pekerja dari berbagai paparan termasuk paparan kebisingan.

Pada pulpit digunakan bahan bangunan bagian luar yang terbuat dari metal, yang berfungsi sebagai faktor kuatan konstruksi sekaligus pengurangan rambatan bising akibat proses pemantulan suara. Kemudian bagian tengah terdapat asbes yang berguna untuk absorpsi getaran dan kebisingan dan sebaran

iklim kerja panas. Selanjutnya bagian dalamnya terbuat dari sejenis kayu, tebal dinding total sebesar 5 cm yang berfungsi mereduksi rambatan suara dan getaran.. Untuk lapisan kaca digunakan kaca dua lapis dengan ketebalan kaca masing-masing 5 cm dan celah ruang vacum yang berfungsi sebagai isolator rambatan suara pada lokasi yang membutuhkan fungsi penglihatan operator.

c. Pengendalian Secara Medis

Pengendalian secara medis dilakukan dengan melaksanakan MCU yang salah satunya adalah tes *Audiometri* secara berkala setiap setahun sekali. Tes ini dilakukan pada saat awal calon karyawan diterima perusahaan dengan tujuan pencegahan secara terhadap resiko ketulian akibat bising sekaligus sebagai data base untuk mengetahui tingkat perubahan amabang pendengaran setelah bekerja di area bising dalam periode waktu tertentu. Dari evaluasi hasil audiometri sampai dengan tahun 2009 tidak ditemukan adanya kasus NIHL pada pekerja bising *Hot Strip Mill*. Beberapa gangguan pendengaran lainnya (*Themporary Threshold Shift*) belum dinyatakan oleh dokter okupasi sebagai penyakit akibat kerja.

Dalam mengevaluasi hasil tes audiometri perlu dilakukan evaluasi terhadap paameter-parameter yang mempengaruhi pendengaran. Seperti hobi berburu (menembak), lingkungan tempat tinggal dan kebiasaan. Misalnya pada pekerja yang memiliki penyakit *hypertensi*, potensi penurunan pendengaranya lebih tinggi daripada yang tidak memiliki riwayat kesehatan penyakit tersebut.

Program pengendalian resiko lingkungan kerja dapat berjalan sukses bila adanya komitmen manajemen dan partisipasi seluruh karyawan untuk secara sadar dan taat mengikuti program pengendalian tersebut. Dalam rangka membangun

dan meningkatkan *awardness* pimpinan unuit kerja, Dinas Hiperkes mengembangkan sistem komunikasi dan informasi kesehatan melalui program promosi kesehatan yaitu :

- 1) Distribusi laporan secara berkala (profil ergonomi unit kerja) tentang kondisi kesehatan karyawan pada unit kerja terkait sebagai bahan pertimbangan manajemen dalam perencanaan produksi dan sumber daya manusia.
- 2) Mengkomunikasikan indikator kesehatan meliputi : indikator *Frequency Rate of Spells* (FRS), *Frequency Rate of Days* (FRD), Indikator Promosi Kesehatan yang komponen penilaiannya memberikan informasi tentang tingkat partisipasi karyawan dalam program promosi kesehatan serta hasil perbaikan kesehatan yang dicapai oleh unit yang bersangkutan, indikator Kinerja Ergonomi yang komponen penilaiannya tentang kondisi faktor lingkungan kerja yang terakhir, identifikasi kasus baru resiko penyakit akibat kerja dan penyakit hubungan kerja.
- 3) Mendistribusikan rapor kesehatan karyawan yang berfungsi sebagai informasi tentang tren dan pola kesehatan karyawan yang bersangkutan dalam 5 tahun terakhir sekaligus saran perbaikan yang harus dilaksanakan oleh karyawan tersebut.

d. Penggunaan Alat Pelindung Diri

Konsep pengendalian dengan Alat pelindung diri dilakukan secara kombinasi. Sekalipun pengendalian tehnis dan medis lainnya sudah dilaksanakan

secara optimum. Hal ini untuk mengantisipasi resiko kegagalan yang diakibatkan bila pengendalian teknis tidak berfungsi sebagaimana mestinya.

Kebijakan PT. Krakatau Steel untuk mengambil resiko sekecil mungkin terhadap resiko bising adalah dengan memberikan alat pelindung telinga pekerja bising di *Hot Strip Mill* sekalipun tingkat *Noise dose* dibawah 100 %.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

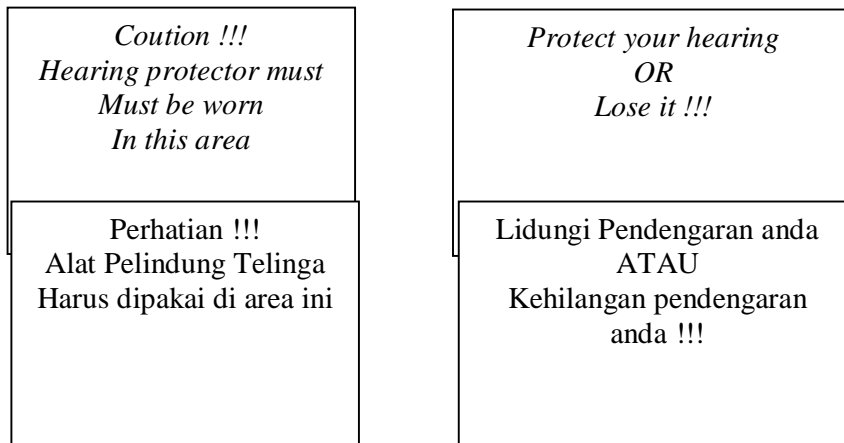
Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan tentang “ Penilaian Risiko Kebisingan Berdasarkan *Noise Mapping* dan *Noise Dose* di Unit Produksi *Hot Strip Mill* PT. Krakatau Steel Cilegon”, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Sumber kebisingan di Unit *Hot Strip Mill* berdasarkan hasil observasi adalah sebagai berikut :
 - a. *Furnace* : Proses *furnace*
 - b. *Sizing Press* : Proses reduksi awal ketebalan
 - c. *Roughing Mill* : *Water Descaler*
 - d. *Finishing* : Proses reduksi akhir ketebalan(Lihat Halaman 59)
2. Berdasarkan data pengukuran kebisingan tahun 2009 (data sekunder) lokasi yang mempunyai nilai intensitas kebisingan melebihi NAB (Nilai Ambang Batas) adalah area *Roughing*, *Sizing Press*, *Finishing*, *Furnace*, *Laminar Cooling* (Lihat Halaman 58).

3. Jenis kebisingan di area *Noise Countour* adalah kebisingan kontinyu dan intensitas kebisingan akan meningkat pada saat proses reduksi ketebalan coil, *water descaler* dan *laminar cooling* (Lihat Lampiran dan Halaman 59).
 4. Tingkat resiko gangguan pendengaran karyawan di *area furnace*, *Sizing Press*, *Roughing Mill* dan *Finishing Hot Strip Mill* relatif rendah karena Nilai *noise dose* masih dibawah 100% dan tingkat resiko kebisingan lingkungan katagori
- 78
5. Pengendalian kebisingan yang dilakukan PT. Krakatau Steel mencakup, *engenering control*, *administative control* (penempatan rambu kebisingan) pengendalian secara medis dan penggunaan alat pelindung diri (Lihat Halaman 65).
 6. *Engenering control* yang dilakukan mencakup modifikasi alat produksi, perawatan mesin secara berkala, desain peralatan produksi dan menggunakan fondasi mesin yang baik (Lihat Halaman 69).
 7. *Administrative control* yang dilakukan mencakup pengaturan jam kerja, pengadaan *control room* dan program konservasi pendengaran (Lihat Halaman 71).
 8. Pengendalian secara medis dilakukan dengan melakukan tes audiometri terhadap pakerja yang bekerja di tempat yang memiliki resiko bising yang tinggi setiap satu tahun sekali (Lihat Halaman 73).

B. Saran

1. PT. Krakatau Steel Pembuatan *Noise Countour* Tahap I ini perlu dikembangkan pada seluruh area *Hot Strip Mill* PT. Krakatau Steel.
2. Pemasangan tanda bahaya kebisingan



3. Adanya sosialisasi yang lebih intensif melalui media (buletin, liflet, dan poster) pada area kerja *Hot Strip Mill* yang diatas NAB.
4. Perlunya peningkatan inspeksi yang mendetail saat dalam penggunaan APD telinga, kesadaran karyawan apabila keluar *control room* untuk memakai APD, adanya pendisiplinan tentang penggunaan APD, sehingga intensitas bising yang diterima telinga tenaga kerja akan berkurang.

DAFTAR PUSTAKA

- A.M. Sugeng Budiono, R.M.S. Jusuf, Adriana Pusparini, 2003. *Bunga Rampai Hiperkes dan KK*. Semarang : Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Awang Yudha Irianto, 2009. *Dokumen Dinas Hiperkes Divisi K3LH PT Krakatau Steel*. Cilegon : PT Krakatau Steel.
- Buchari, 2007. *Kebisingan Industri dan Hearing Conservation Program*. Sumatera : Universitas Sumatera Utara.
- Departemen Kesehatan RI, 1987. Permenaker No. 718/MEN/Kes/Per/XI/1987 *Tentang Kebisingan yang Berhubungan dengan Kesehatan*. Jakarta : Departemen Kesehatan RI.
- Departemen Tenaga Kerja RI, 1999. Kepmenaker No Kep. 51/MEN/1999. *Tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika di Tempat Kerja*. Jakarta : Departemen Tenaga Kerja RI.
- NIOSH, 1998. *Criteria for a Recommended standar : Occupational noise Exposure Revised Criteria 1998*, U.S. Department of health and Human Services, Public Healt Service, Center for Disease Control and Prevention, National Institute for Ocupational Safty and Health, Cincinnati, ohio.
- OSHA, 1983. *Ocupational Noise Exposure; Hearing Concervation Amandement*, "Federal Register 48(46), U.S. Department of Labor, Ocupational Safety and Health Adminstration, Washington, D.C., March 8, 1983, 9738-9785.
- SNI No 16-7063-2004 : Nilai Ambang Batas Iklim Kerja (Panas), Kebisingan, Getaran Tangan-Lengan dan Radiasi Sinar Ultra Ungu di Tempat Kerja.
- Suma'mur P.K, 2009, *Higiene Perusahaan dan Kesehatan Karja*, Jakarta : Sagung Seto.
- Syukri Shahab, 1994. *Teknik Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. Jakarta : PT. Bina SDM.
- Tarwaka, 2008. *Keselamatan dan Kesehatan Kerja Managemen dan Implementasi K3 di Tempat Kerja*. Surakarta : Harapan Press.